"الفصل الخامس"

"الدرس الأول"

إزدواجية الموجة والجسيم

- تعنى أى شئ له صفتين فى نفس الوقت
- كهرومغناطيسية ← الطيف الكهرومغناطيسى
- ميكانيكية
- تصغير كلمة جسم أى تعنى شئ صغير جدًا مثل الالكترون

الجسيم	الموجة
له خواص جسيمية	لها خواص موجية
له كتلة	- الانتشار
يمكن تحريكه بسرعة	- الإنعكاس
له طاقة $K.E = \frac{1}{2} m v^2$ (طاقة الحركة، الكتلة، السرعة)	- الإنكسار
له كمية تحرك	- التداخل
كمية التحرك $P_L = m v$	- الحيود
يستطيع التصادم مع الأجسام الأخرى والتأثير عليها بقوة	

* الطيف الكهرومغناطيسى :- هو ترتيب الموجات الكهرومغناطيسية ترتيبًا تصاعديًا أو تنازليًا حسب التردد والأطوال الموجية الخاصة بها

* ألوان الضوء المرئى بالترتيب تجمعهم كلمة

حر من خزين

أحمر - برتقالى - أصفر - أخضر - أزرق - نيلى - بنفسجى

الطول الموجى λ يقل ← التردد ν يزداد ←

السرعة c ثابتة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

[1] ظاهرة إشعاع الجسم الأسود

جميع الأجسام الساخنة تشع ضوء أو حرارة أو كلاهما

أجسام متوهجة
هى الأجسام التى تشع ضوء وحرارة

أجسام غير متوهجة
هى الأجسام التى تشع حرارة فقط

* شدة الإشعاع (I) ← هى القدرة على المساحة $I = \frac{P_w}{A}$
وحدة قياسها $Watt / m^2$

* ملاحظات على منحنى بلانك
[1] فى منحنيات بلانك كلما زاد الطول الموجى جداً أو قصر جداً فإن شدة الإشعاع تقترب من الصفر

* عند الترددات العالية جداً (أطوال موجية صغيرة) والترددات المنخفضة جداً (أطوال موجية كبيرة) فإن شدة الإشعاع تقترب من الصفر

[2] كلما زادت درجة الحرارة زادت شدة الإشعاع الكلية

[3] كلما زادت درجة الحرارة كلما زادت المساحة أسفل المنحنى

[4] كلما زادت درجة الحرارة فإن λm تقل
ويفسر ذلك قانون فين

* شرط أساسى فى قانون فين أن تكون درجة الحرارة بـ "K" كلفن

$$T^\circ K = t^\circ C + 273$$

درجة الحرارة بالكلفن — درجة الحرارة بالسلزيوس

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

• علل : لا يمكن رؤية الإشعاع الصادر من الأرض ؟

جـ - لأن درجة حرارة الأرض منخفضة وطبقاً لقانون فين يكون الطول الموجي للإشعاع الصادر منها كبير جداً يقع في منطقة الأشعة تحت الحمراء أو الإشعاع الحراري الغير مرئي

س ماذا يحدث عند رفع درجة الحرارة بالنسبة لموضع النقطة M ؟

تزاح ناحية اليسار

التفسير :- حيث كلما زادت درجة الحرارة يقل الطول الموجي فتزاح النقطة نحو الأطوال الموجية الأقصر

* درجة غليان الماء « t » = 100°c

درجة غليان الماء « T » = 100 + 273 = 373° K

** عندما يعطيني درجات الحرارة بالسليزيوس لازم أحول لأن درجات الحرارة في قين بالكلفن

** كلما انخفضت درجة الحرارة تزداد نسبة الاشعاع الحراري نسبة للإشعاع الضوئي (يقل)

** يبدء صدور إشعاع ضوئي عن الجسم من عند درجة حرارة 20000° K

** كلما زادت درجة الحرارة زادت نسبة الإشعاع الضوئي بالنسبة للإشعاع الحراري الصادر عن الجسم

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

٢) تفسير منحنى بلانك

* حساب طاقة الفوتون $E = h\nu$

طاقة الفوتون ← E ، ثابت بلانك ← h ، التردد ← ν

$\times h = 6,625 \times 10^{-34}$ J.S

$h = \frac{E}{\nu} = \frac{J}{Hz} = J.S$

* حاصل ضرب ثابت بلانك فى التردد للفوتون ← طاقة الفوتون

* النسبة بين طاقة الفوتون إلى تردده ← ثابت بلانك

** الطاقة المصاحبة لفوتون تردده الوحدة ← ثابت بلانك
← تعنى أن تردده = 1 Hz

* النسبة بين طاقة الفاتون إلى ثابت بلانك ← تردد الفوتون

* $E = n h\nu$

E ← الطاقة الكلية (أو) طاقة المستويات
n ← عدد الفوتونات
$h\nu$ ← طاقة الفوتون الواحد

* شدة الإشعاع تتوقف ع طاقة الفوتون الواحد وعدد الفوتونات
* كلما زاد عدد الفوتونات زادت طاقة الإشعاع
* كلما قل عدد الفوتونات إنخفضت طاقة الإشعاع

*** كلما زاد تردد الفوتونات تزداد طاقتها ويقل عددها
← طاقة الفوتون الواحد
لحيث تظل الطاقة الكلية ثابتة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

(٣) التأثير الكهروضوئى والإنبعاث الحرارى

يحتوى المعدن على أيونات موجبة والكترونات حرة سالبة
تستطيع أن تتحرك داخل المعدن ولكنها لا تستطيع أن تغادره
بسبب قوى التجاذب التى تجذبها دائماً نحو الداخل وتمنع مغادرتها
للسطح وهذا ما يعرف بحاجز جهد السطح

ولكن يمكن لبعض هذه الإلكترونات أن تتحرر
إذا أعطيناها طاقة حرارية أو ضوئية كافية للتغلب على حاجز جهد السطح

الإنبعاث الحرارى / الإنبعاث الأيونى الحرارى	التأثير الكهروضوئى / الإنبعاث الكهروضوئى
هى ظاهرة تحرر الالكترونات من سطح المعدن عند إكسابها طاقة حرارية أو تسخين المعدن	هو ظاهرة تحرر الالكترونات من سطح المعدن عند إكسابها طاقة ضوئية أو عند سقوط ضوء عليها
التطبيق :- أنبوبة أشعة الكاثود	التطبيق :- الخلية الكهروضوئية

* يتوقف حاجز جهد السطح على نوع المعدن

(١) أنبوبة أشعة الكاثود CRT

* اذكر وظيفة نظام تحريك الشعاع أو الألواح الحارفة أو المجالات الكهربية والمغناطيسية فى أنبوبة الكاثود ؟

التحكم فى مسار الشعاع الالكترونى أو توجية حزمة الشعاع الإلكترونى لمسح الشاشة نقطة بنقطة حتى تكمل الصورة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

* ما النتائج المترتبة على :
عدم تشغيل نظام تحريك الشعاع الالكترونى فى أنبوبة أشعة الكاثود ؟
أو عدم تشغيل الموجات الكهربية والمغناطيسية فى أنبوبة أشعة الكاثود؟
أو عدم استخدام ألواح حارفة " " " " ؟
تظهر بقعة مضيئة فى منتصف الشاشة ولا تكتمل الصورة.

* ماذا يحدث عند :
توصيل الألواح الحارفة لمصدر جهد مستقر "بطارية" ؟
تظهر بقعة مضيئة فى أحد جوانب الشاشة ولا تكتمل الصورة

+++++
eeeeeeee

+
-

* ماذا يحدث عند :
عند زيادة جهد الشبكة ونقص جهد الشبكة بالنسبة لإضاءة الشاشة؟
عند زيادة جهد الشبكة تزداد شدة الإضاءة
حيث تزداد قوى التجاذب بين الأيونات الموجبة والالكترونات السالبة مما يزيد من شدة الإضاءة
عند نقص جهد الشبكة تقل شدة الإضاءة
حيث تزداد قوى التنافر بين الأيونات الموجبة والالكترونات السالبة فلا تسمح بمرور الالكترونات وبالتالى تقل شدة الإضاءة

* بزيادة سالبية الشبكة تقل شدة الإضاءة.

* يجب أن تكون أنبوبة أشعة الكاثود مفرغة من الهواء ؟ علل
حتى لا تصطدم الإلكترونات المتحررة بجزيئات الهواء فتفقد طاقتها

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

وظائف مكونات أنبوبة أشعة الكاثود

(١) المصدر الكهربى ← تسخين الفتيلة

مصدر التيار الكهربى متردد أو مستمر

علل

لأن لكل منهما تأثير حرارى عند مروره فى موصل

(٢) الفتيلة ← تكون مصنوعة من مادة مقاومتها كبيرة وتتحمل درجات الحرارة العالية مثل التنجستين

حتى تتولد طاقة حرارية عالية

وظيفتها ← تعمل كمصدر حرارى لتسخين الكاثود

$E = P_w t$

$E = I^2 R t$

تزداد ... تزداد

(٣) الكاثود ← يعمل كمصدر للإلكترونات عند تسخينه

(٤) الشبكة ← التحكم فى شدة الشعاع الإلكترونى لتتحكم فى شدة الإضاءة الظاهرة ع الشاشة

أو التحكم فى شدة الإضاءة الظاهرة ع الشاشة حسب الإشارة الكهربية المرسلة للشبكة

(٥) الأنود ← جذب الإلكترونات السالبة المتحررة من الكاثود لأنه موجب الجهد وإعطاها طاقة حركة عالية

* مصدر التيار الكهربى الموجود بين الأنود والكاثود مصدر تيار مستمر

(٦) الألواح الحارفة ← التحكم فى مسار الشعاع الالكترونى أو حزمة الالكترونات لمسح الشاشة نقطة بنقطة حتى تكتمل الصورة.

(٧) الشاشة الفلورسية ← تصدر ضوء عندما تصطدم بها الإلكترونات

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

$$KE = \frac{1}{2} m_e V^2 = eV$$

- KE: أقصى طاقة حركية لإلكترونات أشعة الكاثود
- m_e: كتلة الإلكترون
- V^2: مربع سرعة الإلكترون
- e: شحنة الإلكترون
- V: فرق الجهد بين الكاثود والأنود

$m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ Kg
$e = 1.6 \times 10^{-19}$ C

$V = \frac{W}{Q} \longrightarrow W = Q.V$
$= e.V$

* $KV \xrightarrow{\times 10^3} V$

* $\frac{1}{2} m_e v^2 = eV \quad \times 2$
$m_e v^2 = 2eV$
$v^2 = \frac{2eV}{m_e}$

$$v = \sqrt{\frac{2eV}{m_e}}$$ لحساب السرعة

$$V = \frac{\frac{1}{2} m_e v^2}{e} = \frac{KE}{e}$$

* تحولت الطاقة من طاقة كهربية إلى طاقة حركية (ديناميكية) إلى طاقة ضوئية في أنبوبة أشعة الكاثود.

كهربية ← ثم ← حركية/ميكانيكية ← ثم ← ضوئية

كروفنا طيبين

PAGE
DATE

٤-٢ الخلية الكهروضوئية وظاهرة التأثير الكهروضوئي

٢-١ الخلية الكهروضوئية

الاستخدام: تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربية
كما في الات الحاسبة وألواح الطاقة الشمسية

* الالكترونات الكهروضوئية :-
هي الالكترونات المتحررة من سطح معدن عند سقوط ضوء ذو طاقة
كافية عليه.

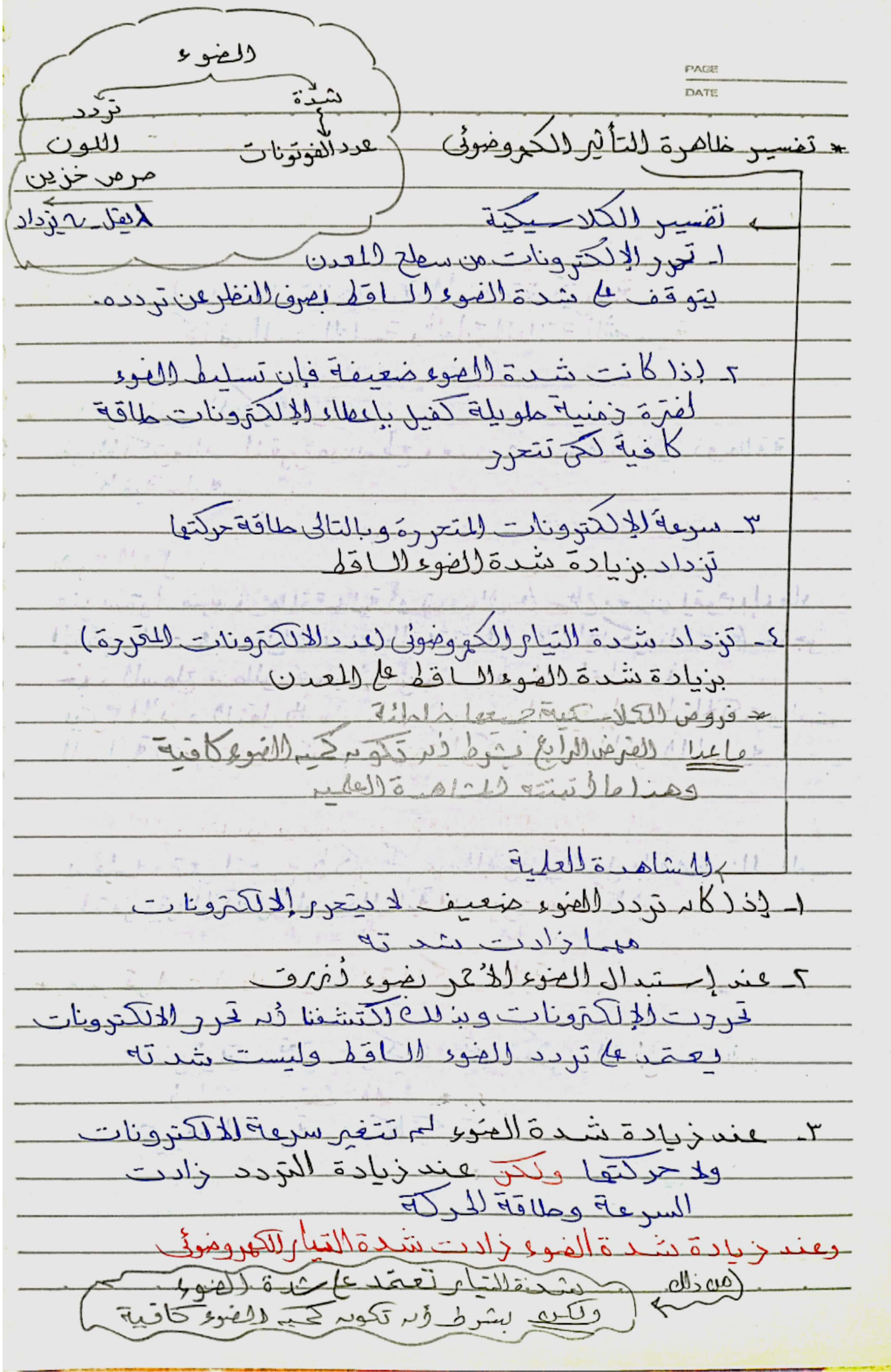
شرح العمل :-
عند سقوط ضوء ذو طاقة عالية أو تردد عالي على سطح معدن يقوم بإعطاء
الإلكترونات في سطح المعدن طاقة تتغلب هذه الإلكترونات على حاجز
جهد السطح تنطلق . الإلكترونات من السطح المعدني
يقوم الأنود المتصل بالقطب الموجب للبطارية بالتقاط الإلكترونات
السالبة المتحررة من الكاثود فيمر تيار كهربي في الدائرة الخارجية

* علل الكاثود سطح مقعر متصل بالقطب السالب ؟
سطحه مقعر لتجميع أكبر كم من الضوء ومتصل بالقطب السالب
لتعويض الإلكترونات السالبة المتحررة من الكاثود.

* صور تحولات الطاقة في الخلية الكهروضوئية

ضوئية ← ثم حركية ← ثم كهربية
أو أو
كهرومغناطيسية ← ميكانيكية ← ...

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



PAGE
DATE

الضوء
شدة ← عدد الفوتونات
تردد ← اللون
صرمز خزين
λ يقل ← ν يزداد

* تفسير ظاهرة التأثير الكهروضوئي

← تفسير الكلاسيكية

١- تحرر الإلكترونات من سطح المعدن يتوقف على شدة الضوء الساقط بصرف النظر عن تردده.

٢- إذا كانت شدة الضوء ضعيفة فإن تسليط الضوء لفترة زمنية طويلة كفيل بإعطاء الإلكترونات طاقة كافية لكي تتحرر

٣- سرعة الإلكترونات المتحررة وبالتالي طاقة حركتها تزداد بزيادة شدة الضوء الساقط

٤- تزداد شدة التيار الكهروضوئي (عدد الالكترونات المتحررة) بزيادة شدة الضوء الساقط على المعدن

* فروض الكلاسيكية جميعها خاطئة
ماعدا الفرض الرابع بشرط أن تكون كمية الضوء كافية
وهذا ما أثبتته المشاهدة العلمية

← المشاهدة العلمية

١- إذا كان تردد الضوء ضعيف لا يتحرر الإلكترونات مهما زادت شدته

٢- عند إستبدال الضوء الأحمر بضوء أزرق تحررت الإلكترونات وبذلك اكتشفنا أن تحرر الالكترونات يعتمد على تردد الضوء الساقط وليست شدته

٣- عند زيادة شدة الضوء لم تتغير سرعة الالكترونات ولا حركتها ولكن عند زيادة التردد زادت السرعة وطاقة الحركة

وعند زيادة شدة الضوء زادت شدة التيار الكهروضوئي

(من ذلك) ← شدة التيار تعتمد على شدة الضوء ولكن بشرط أن تكون كمية الضوء كافية

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

* عند سقوط ضوء عالي الشدة ع سطح المعدن فلم تنبعث إلكترونات فعند زيادة شدة الضوء فإن شدة التيار الكهروضوئي لا تتغير

* عند سقوط ضوء ع سطح معدن تحررت منه الإلكترونات فعند زيادة عدد الفوتونات الساقطة (زيادة شدة الضوء) فتزداد شدة التيار الكهروضوئي

* ماذا يحدث عند:
سقوط ضوء ع سطح معدن تردده

- أقل من التردد الحرج ← لا تتحرر الإلكترونات من سطح المعدن مهما كانت شدة الضوء
- أكبر من التردد الحرج ← فإن الإلكترونات تتحرر وتكتسب طاقة حركة
- يساوي التردد الحرج ← فإن الإلكترونات تتحرر بالكاد دون أن تكتسب طاقة حركة

*** التردد الحرج يتوقف ع نوع المعدن.
*** الطول الموجي الحرج يتوقف ع نوع المعدن.
* الطول الموجي الحرج λ_c هو أكبر طول موجي للضوء الساقط يكفي لتحرير إلكترون من سطح المعدن دون إكسابه طاقة حركة

$C = \lambda \nu$ (C سرعة الضوء)
$C = \lambda_c \nu_c$
$\lambda_c = \frac{C}{\nu_c}$
$\nu_c = \frac{C}{\lambda_c}$

* ماذا يحدث عند:
سقوط ضوء ع سطح معدن طوله الموجي

- أصغر من الطول الموجي الحرج ← تتحرر الإلكترونات
- يساوي الطول الموجي الحرج ← تتحرر الإلكترونات بالكاد دون أن تكتسب طاقة حركة
- أكبر من الطول الموجي الحرج ← لا تتحرر الإلكترونات

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

* تفسير زيادة شدة التيار الكهروضوئي بزيادة شدة الضوء الساقط

زيادة شدة الضوء الساقط تعني زيادة عدد الفوتونات الساقطة على المعدن وكل فوتون يحرر إلكترون بشرط أن يكون تردده أكبر من أو يساوي التردد الحرج وبالتالي يزداد عدد الالكترونات المتحررة فتزداد شدة التيار الكهروضوئي.

تفسير أينشتين للظاهرة الكهروضوئية

معادلة أينشتين للتأثير الكهروضوئي

$$K_E = E - E_W$$

- K_E: طاقة حركة الإلكترونات الكهروضوئية
- E: طاقة الفوتون الساقط
- E_W: دالة الشغل

$$K_E = \frac{1}{2} m_e V^2 \quad , m_e = 9.1 \times 10^{-31}\ Kg$$

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

$$E_W = h\nu_c = \frac{hc}{\lambda_c}$$

* eV $\xrightarrow{\times 1.6 \times 10^{-19}}$ J
J $\xrightarrow{\div 1.6 \times 10^{-19}}$ eV

K_E , ν , ν_c , $-E_W$

$$Slope = \frac{\Delta K_E}{\Delta \nu} = h$$

لإيجاد الجزء المقطوع من محور السينات	لإيجاد الجزء المقطوع من محور الصادات
$K_E = 0$	$\nu = 0$
$K_E = E - E_W = 0$	$E = h\nu = 0$
$E = E_W$	$K_E = E_W$
$h\nu = h\nu_c$	
$\nu = \nu_c$	

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

K_E

B A

$(\nu_c)_B$ ν $(\nu_c)_A$

$-E_{w_B}$

$-E_{w_A}$

$(\nu_c)_A < (\nu_c)_B$

$(E_w)_A < (E_w)_B$

$(Slope)_A = Slope(B) = h$

K_E

$\theta = 45°$ E

E_w

$-E_w$

$$K_E = E - E_w$$

لايجاد الجزء المقطوع من محور الصادات	لايجاد الجزء المقطوع من محور السينات
$E = 0$	$K_E = 0$
$K_E = -E_w$	$E - E_w = 0$
	$E = E_w$

$$Slope = \frac{\Delta K_E}{\Delta E} = 1$$

$$\tan\theta = 1$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

"ظاهرة كومتون"

* ظاهرة كومتون: عند سقوط فوتون عالي التردد من أشعة أكس أو جاما على إلكترون حر فإن الفوتون يتشتت ويتغير إتجاهه ويقل تردده وتزداد سرعة الالكترون المشتت ويتغير إتجاهه

س ما الغرض من ظاهرة كومتون؟
هو إثبات الصفات الجسيمية للفوتون

* التصادم بين الالكترون والفوتون تصادم مرن

قانون بقاء الطاقة
مجموع طاقتي الإلكترون والفاتون بعد التصادم = مجموع طاقتي الالكترون والفاتون قبل التصادم

$(KE_1 + E_1) = (KE_2 + E_2)$

قانون بقاء كمية الحركة
مجموع كميتي الحركة للفوتون والالكترون بعد التصادم = مجموع كميتي الحركة للفوتون والالكترون قبل التصادم

* قانون بقاء الطاقة

$$KE_1 + E_1 = KE_2 + E_2$$

إلكترون فوتون (قبل التصادم) — إلكترون فوتون (بعد التصادم)

$$\frac{1}{2} m_e V_1^2 + h\nu_1 = \frac{1}{2} m_e V_2^2 + h\nu_2$$

$$h\nu_1 = \frac{hc}{\lambda_1} \qquad h\nu_2 = \frac{hc}{\lambda_2}$$

* المقدار $\frac{1}{2} m_e V^2$ = صفر عند يكون الالكترون ساكن أى أن سرعته صفر

س علل ظاهرة كومتون تثبت الخواص الجسيمية للفوتون؟
لأن الفوتون يتصادم مع الالكترون كجسيم له طاقة وله كمية تحرك والفوتون المشتت تقل طاقته والإلكترون المشتت تزداد طاقة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ملاحظات هامة

خواص الفوتون

١- الفوتون :- هو كم من الطاقة مركز في حيز صغير جداً

٢- له طاقة (E) $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = mc^2$

٣- يتحرك دائماً بسرعة ثابتة (c) $(c = 3\times10^8 m/s)$

٤- له كتلة أثناء حركته (m)

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h\nu}{cc} = \frac{h}{\lambda c}$$

وأثناء السكون تتلاشى كتلته وتتحول إلى طاقة يمتصها الجسم الذى أوقفه عن الحركة

س علل كتلة الفوتون الساكن تساوى صفر؟
لأنها تتحول إلى طاقة يمتصها الجسم الذى أوقفه عن الحركة

* $E = mc^2$
  - قانون بقاء الكتلة والطاقة
  - علاقة أينشتاين للكتلة والطاقة
  - أساس عمل القنبلة الذرية

س علل .. عند إنشطار النواة تنتج كمية هائلة من الطاقة؟
لأن الطاقة تحسب من العلاقة $E = mc^2$ وبالتالى تكون كمية الطاقة هائلة جداً حيث أن $c^2 = 9\times10^{13}$

٥- له كمية تحرك (P_L) $P_L = mc = \frac{E}{c^2}\times c = \frac{E}{c}$

$$= \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* النسبة بين ثابت بلانك إلى الطول الموجي للفوتون ← كمية تحرك الفوتون

* النسبة بين طاقة الفوتون إلى سرعة الضوء ← كمية تحرك الفوتون

* النسبة بين طاقة الفوتون إلى مربع سرعة الضوء ← كتلة الفوتون

* حاصل ضرب كتلة الفوتون في سرعة الضوء ← كمية تحرك الفوتون

* حاصل ضرب كتلة الفوتون في مربع سرعة الضوء ← طاقة الفوتون

٦- غير مشحون "أي أنه ليس له شحنة" لذلك لا يمكن تعجيله "لا يمكن تغير سرعته" بالمجال الكهربي أو المجال المغناطيسي

خواص الإلكترون

١- الإلكترون :- جسيم مادي مشحون لذلك يمكن تعجيله "تغير سرعته" بتعريضه لمجال كهربي أو مجال مغناطيسي

س كيف تميز بين الفوتون والإلكترون ؟
بتعريضهما لمجال كهربي أو مجال مغناطيسي
الإلكترون ينحرف عن مساره أي يتغير إتجاه وتتغير سرعته
والفوتون لا ينحرف عن مساره ولا تتغير سرعته وإتجاهه

٢- له كتلة ثابتة سواء ساكن أو متحرك "$M_e = 9.1 \times 10^{-31}\ Kg$"

٣- شحنته سالبة ومقدارها "$e = 1.6 \times 10^{-19}\ C$"

٤- له طاقة «K_E»

$$K_E = \frac{1}{2} m_e v^2$$

$K_E = eV$
عند تعرض الالكترون لفرق جهد

$K_E = E - E_w$
عند تعرض الالكترون لطاقة ضوئية

٥- له كمية تحرك «P_L»

$$P_L = m_e v$$

٦- له طول موجي مصاحب لحركته

$$\lambda = \frac{h}{P_L} = \frac{h}{m_e v}$$

* النسبة بين ثابت بلانك وكمية التحرك ← الطول الموجي المصاحب لحركة الإلكترون

ما حدث للفوتون بعد تصادم كومتون	ما حدث للإلكترون بعد تصادم كومتون
١- طاقته (E) ← تقل علل لأن جزء من طاقة الفوتون ينتقل إلى الالكترون نتيجة التصادم	١- طاقته «K_E» ← تزداد لأنه إكتسب جزء من طاقة الفوتون
٢- تردده ← يقل $E = h\nu$ (يقل ↓ يقل)	٢- سرعته «V» ← تزداد $K_E = \frac{1}{2} m_e V^2$ تزيد ← تزيد
٣- كتلته ← تقل $m = \frac{E}{c^2}$ طردي	٣- كتلته ← تظل ثابتة «$m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ Kg»
٤- كمية التحرك ← تقل $P_L = mc = \frac{E}{c}$ طردي (تقل ↓ تقل)	٤- كمية تحركه «P_L» ← تزداد $P_L = m_e V$ تزداد ← تزداد
٥- سرعته ← تظل ثابتة $c = 3 \times 10^8$ m/s	٥- الطول الموجي المصاحب لحركته ← يقل $\lambda = \frac{h}{P_L} = \frac{h}{m_e V}$ عكسية
٦- الطول الموجي ← يزداد $\lambda = \frac{c}{\nu}$ يزداد، يقل (علاقة عكسية)	
٧- نصف قطره «r» ← يزداد «$r = \lambda$»	

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

* النسبة بين طاقة الفوتون المشتت إلى طاقة الفوتون الساقط
أقل من الواحد الصحيح

* النسبة بين الطول الموجي للفوتون الساقط إلى الطول الموجي للفوتون المشتت
أقل من الواحد الصحيح

* النسبة بين سرعة الفوتون بعد التصادم إلى سرعة الفاتون قبل التصادم في ظاهرة كومتون تساوي الواحد الصحيح

* النسبة بين كتلة الفاتون من أشعة إكس إلى كتلة الفوتون من الأشعة الفوق بنفسجية أكبر من الواحد الصحيح

- حيث أن الأكبر في التردد أكبر في الكتلة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

[1] استنتاج قانون حساب القوة التى يؤثر بها شعاع من الفوتونات على سطح

$P_L = mc$

$P_L = -mc$

$\Delta P_L = 2mc$ مقدار التغير في كمية تحرك الفوتون

$= \frac{2E}{c^2} c$

$mc - (-mc) = 2mc$

$-mc - mc = -2mc$

$= 2\frac{h\nu}{c}$

$$F = \frac{\Delta P_L}{\Delta t}$$

وإذا كانت الفوتونات تسقط على السطح بمعدل ϕ_L فوتون / ثانية

حيث ϕ_L هى عدد الفوتونات الساقطة فى الثانية الواحدة

$\phi_L = \frac{N}{t}$ ← عدد الفوتونات

$\Delta t = 1s$

$P_L = F$

$\Delta P_{L\,\text{شعاع}} = \frac{2h\nu}{c}\phi_L$

$F_{\text{شعاع}} = \frac{2h\nu\phi_L}{c}$

$F_{\text{شعاع}} = \frac{2P_w}{c}$ ← $h\nu\phi_L = E_{\text{فوتون}} \times \frac{N}{t}$

$= \frac{E_{\text{شعاع}}}{t} = P_w$ ← القدرة الضوئية

$P_w = h\nu\phi_L$

* علل لا يستطيع شعاع الفوتونات التأثير على أى جسم بينما يستطيع التأثير على إلكترون ؟

لا يستطيع التأثير على الجسم لأن القوة التى يؤثر بها شعاع الليزر الفوتونات تتعين من العلاقة $F = \frac{2P_w}{c}$ وبالتالى هذه القوة تكون ضئيلة جداً حيث أن ضعف القوة القدرة مقسوم على سرعة الضوء فلا تؤثر على الجسم

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

بينما نستطيع التأثير على الالكترون لصغر حجمه وكتلته

* إذا كان السطح

[1] سطح عاكس $F = \frac{2P_w}{c}$

[2] جسم أسود

$F = \frac{P_w}{c}$

جسم أسود

[3] سطح شفاف

mc | mc

$\Delta P_L = 0$

$F = 0$

سطح شفاف

$P_w = h\nu \phi_L = \frac{hc\phi_L}{\lambda}$

[2] النموذج الميكروسكوبي (الصغير/الغير مشاهد)

هو النموذج المتبع (المستخدم) لدراسة الخواص الجسيمية للفوتون

يُصور الفوتون على أنه كرة نصف قطرها يساوي الطول الموجي للموجة λ ويتذبذب بمعدل ν

ومجموع هذه الفوتونات لها مجال كهربي ومغناطيسي متعامدان على بعضهما البعض وعلى اتجاه انتشار الموجة

يطبق إذا كان العائق صغير جداً أو حجم الالكترون أو الذرة

النموذج الماكروسكوبي (الكبير/المشاهد)

هو النموذج المتبع (المستخدم) لدراسة الخواص الموجية للفوتون

يدرس الضوء كحزمة من الفوتونات ككل ويراقب الخواص الموجية في سلوك حزمة الفوتونات

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

شدة الموجة تدل على مدى تركيز الفوتونات

← مقياسها بشدة المجال الكهربى أو المجال المغناطيسى المصاحب لشعاع الضوء

يطبق إذا كان العائق أبعاده أكبر بكثير من الطول الموجى للضوء

[٣] العلاقة بين الطول الموجى للفوتون وكمية حركته الخطية

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \times \frac{h}{h}$$

$$\lambda = \frac{hc}{h\nu}$$

$$\lambda = \frac{h}{\frac{h\nu}{c}} \rightarrow ①$$

$$P_L = mc = \frac{E}{c^2} \times c = \frac{h\nu}{c} \rightarrow ②$$

$$P_L = \frac{h\nu}{c}$$

$$= \frac{h}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{h}{P_L}$$

$$\boxed{\lambda = \frac{h}{P_L}}$$

λ ، P_L

slope $= \frac{\Delta \lambda}{\Delta \frac{1}{P_L}} = h$

$\frac{1}{P_L}$

* النسبة بين ثابت بلانك إلى كمية تحرك الفوتون = الطول الموجى للفوتون

* النسبة بين ثابت بلانك إلى الطول الموجى للفوتون = كمية تحرك الفوتون

* حاصل ضرب الطول الموجى للفوتون فى كمية تحركه = ثابت بلانك

* كلما زادت كمية تحرك الفوتون قل الطول الموجى له

PAGE
DATE

- كيف تتعامل الفوتونات مع سطح عند سقوطها عليه؟

إذا كان الطول λ للفوتون

1- أكبر بكثير من المسافات البينية بين ذرات الجسم

فإن الفوتونات تعامل هذا السطح كسطح متصل وتنعكس عنه.

2- أصغر من المسافات البينية لذرات الجسم

فإن الفوتونات تنفذ من خلالها مثل ما يحدث في حالة أشعة X

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

«الطبيعة الموجية للجسم»

[1] معادلة دي برولي

$$\lambda = \frac{h}{P_L}$$ لأي جسم

P_L ← لأي جسم

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

* النسبة بين ثابت بلانك وكمية حركة الجسم: الطول الموجي المصاحب لحركة جسيم

* النسبة بين ثابت بلانك والطول الموجي للموجة المصاحبة لحركة جسيم: كمية تحرك الجسيم

* حاصل ضرب الطول الموجي للموجة المصاحبة لحركة جسيم في كمية تحركه: ثابت بلانك

* الطبيعة المزدوجة للضوء (الموجة)
الضوء له خواص موجية وخواص جسيمية

تتمثل في	شعاع الضوء يتكون من عدد
الانكسار	هائل من الفوتونات والفوتون
الانعكاس	المفرد يحمل الصفات الوراثية
التداخل	للموجة مثل التردد والسرعة
الحيود	والطول الموجي وبنفس الوقت
الانتشار	الفوتون له خواص جسيمية
	مثل كمية التحرك وطاقة الحركة

* شدة الموجة يعبر عنها بتركيز الفوتونات الضوئية

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

* الطبيعة المزدوجة للجسيم

الجسيم له طبيعة موجية بجانب خصائصه الجسيمية
(الإلكترونى) ←
شعاع الالكترونات يتكون من عدد هائل من الالكترونات
الالكترون المفرد يحمل الصفات الوراثية للكل مثل
الكتلة والشحنة والدوران حول نفسه (اللف المغزلى)
وكمية الحركة وبما إن الالكترونات لها كتلة ولها سرعة
إذاً لها كمية تحرك وبالتالى لها خواص موجية تبعاً
لمعادلة دى بروجلي

القوانين المستخدمة فى الميكروسكوب الالكترونى

$$K_E = \frac{1}{2} m_e v^2 = eV$$

$$\lambda_{\text{الإلكترون}} = \frac{h}{m_e V}$$

$$V = \frac{h}{m_e \lambda}$$

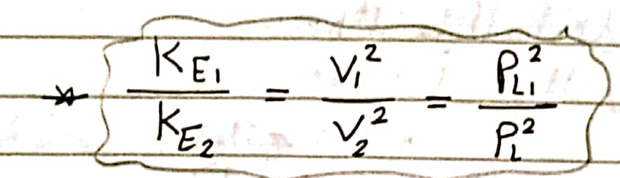
$$\text{A}^\circ \xrightarrow{\times 10^{-10}} m$$
$$\xleftarrow{\times 10^{10}}$$

* التسلسل للأحداث التى تحدث فى الميكروسكوب الالكترونى

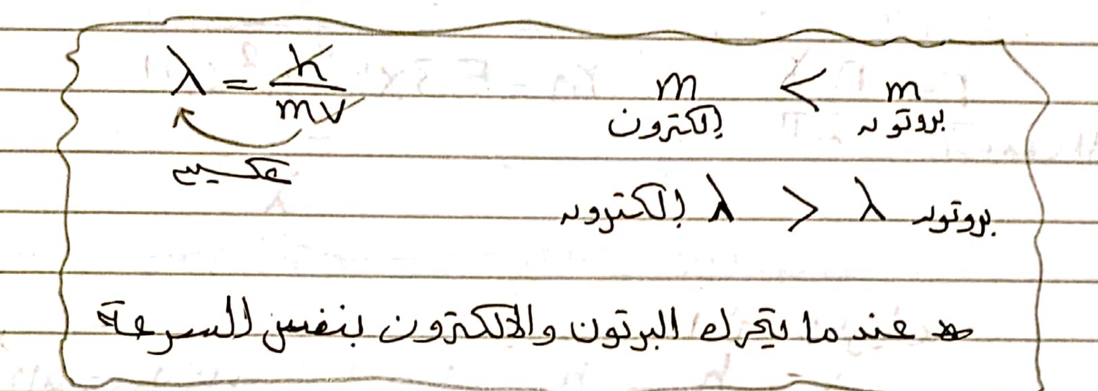
زيادة فرق الجهد ← تؤدي إلى زيادة سرعة الالكترونات ← نقص الطول الموجى

← زيادة القدرة التحليلية

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



$\times\ \Phi_L = \frac{P_W \lambda}{hc}$



تم بحمد الله
إنهاء الفصل
الأول في الفيزياء
الحديثة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

«الفصل السادس»
الأطياف الذرية

نواتج
الطيف ← هو تحليل الضوء الى مكوناته المرئية والغير مرئية

$$r = \frac{n\lambda}{2\pi}$$

r ← نصف القطر

لتأكيد ← $r_n = 5,3 \times 10^{-11} n^2 \ (m)$

λ

مباشر
«h ثابت بلانك»
«P_L كمية التحرك»
«m_e كتلة الإلكترون»

يحسب من معادلة دي برولي

$$\lambda = \frac{h}{P_L} = \frac{h}{m_e V}$$

V ← سرعة الإلكترون

n

مباشر
رتبة المدار
رسم الموجات

$n = 4$

$$n = \frac{\text{عدد العقد}}{2} = \frac{\text{عدد القطاعات}}{2}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

لحساب طاقة أى مستوى (En) فى ذرة الهيدروجين

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2}\ eV$$

$eV \xrightarrow{\times 1,6\times 10^{-19}} J$

* لحساب طاقة أى مستوى (En) فى ذرة أخرى

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} Z^2\ eV$$

"Z العدد الذرى"

* طاقة أى مستوى تتوقف على رتبة المستوى

لحساب الطول الموجى / التردد الناتج عن عودة الالكترون

$$h\nu = (E_2 - E_1) = \frac{hc}{\lambda} = \Delta E$$

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$$

احسب الطول الموجى للفوتون المنبعث من ذرة الهيدروجين عند عودة الإلكترون من المستوى الرابع إلى المستوى الثانى

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{hc}{E_4 - E_2}$$

$$= \frac{6,625\times 10^{-34}\times 3\times 10^{8}}{\left(-\frac{13,6}{4^2} - -\frac{13,6}{2^2}\right)\times 1,6\times 10^{-19}} = 4,87\times 10^{-7}\ m$$

* أعلى مجموعات طيف ذرة الهيدروجين طاقة متسلسلة ليمان
* أكبر مجموعات طيف ذرة الهيدروجين طول موجى متسلسلة فوند
* مجموعة من مجموعات طيف ذرة الهيدروجين يمكن رؤية الفوتونات بالعين المجردة متسلسلة بالمر

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

كيف تميز بين فوتونات مجموعة بالمر وفوتونات مجموعة ليمان ؟

بالعين المجردة حيث يمكن رؤية فوتونات مجموعة بالمر لوقوعها في منطقة الضوء المرئي ولكن لا يمكن رؤية فوتونات مجموعة ليمان لوقوعها خارج منطقة الضوء المرئي

E_4, E_3, E_2, E_1 (A, B)

أيهما أكبر طاقة وتردد

$E_A < E_B$

$\nu_A < \nu_B$

$\lambda_A > \lambda_B$

لأن الفرق في الطاقة من المستوى الرابع إلى المستوى الأولى أكبر من الفرق في الطاقة من المستوى الثالث إلى المستوى الأولى

E_5, E_4, E_3, E_2, E_1 (A, B, C, D, E, F, G)

$E_D < E_G = E_A < E_B < E_E < E_C < E_F$

$\nu_D < \nu_G = \nu_A < \nu_B < \nu_E < \nu_C < \nu_F$

$\lambda_D > \lambda_G = \lambda_A > \lambda_B > \lambda_E > \lambda_C > \lambda_F$

احسب عدد الفوتونات عندما ينتقل الالكترون من مستوى طاقة إلى مستوى طاقة أدنى

E_2

E_1 $n = 1$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

٢

E_3, E_2, E_1

$n=3$ $\quad / n = 2+1 = 3$

٣

E_4, E_3, E_2, E_1

$n=6$ $\quad / n = 3+2+1 = 6$

عدد الاحتمالات = $\frac{n^2-n}{2}$

حساب أقصى طاقة إشعاع
(أقل طول موجي)

$$E_{max} = E_{\infty} - E_n$$

$$E_{max} = E_{\infty} - E_2 = h\nu$$

بالمثل

$$\lambda_{min} = \frac{hc}{E_{\infty}-E_n} = \frac{hc}{E_{\infty}-E_2}$$

$E_{\infty} = 0$

حساب أقل طاقة إشعاع
(أكبر طول موجي)

$$E_{min} = E_{n+1} - E_n$$

$$E_{min} = E_3 - E_2$$

بالمثل

$$= h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\lambda_{max} = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{hc}{E_{n+1}-E_n}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

المطياف (الإسبكتروميتر)

الاستخدام (الوظيفة)

١ـ تحليل الضوء إلى مكوناته المرئية والغير مرئية

٢ـ الحصول على طيف نقي

* الطيف النقي: هو طيف ألوانه غير متداخلة حيث يكون لكل لون فيه طول موجي محدد

٣ـ تقدير درجة حرارة النجوم وما بها من غازات

فكرة العمل: انكسار الضوء
تحليل الضوء في المنشور الثلاثي عندما يكون في وضع النهاية الصغرى للإنحراف

البؤرة الأصلية

اشرح عمل المطياف للحصول على طيف نقي؟

١ـ تضاء الفتحة الضيقة بواسطة مصدر ضوء أبيض متألق أو المصدر الضوئي المراد دراسة طيفه

٢ـ تسقط الأشعة من خلال الفتحة الضيقة على عدسة محدبة

٣ـ تخرج الأشعة من العدسة المحدبة متوازية ثم تسقط على المنشور الثلاثي المثبت في وضع النهاية الصغرى للإنحراف

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٤ـ يقوم المنشور الثلاثي بتحليل الضوء إلى مكوناته السبع

٥ـ تخرج الأشعة من المنشور بحيث تكون أشعة كل لون متوازية فيما بينها وغير متوازية لأشعة الألوان الأخرى

٦ـ تعمل العدسة الشيئية على تجميع أشعة كل لون في بؤرة خاصة يمكن رؤيتها بواسطة العدسة العينية

ما الشروط اللازمة للحصول على طيف نقي من خلال المطياف؟

١ـ أن تسقط الأشعة متوازية على المنشور

٢ـ أن يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف

٣ـ أن تجمع أشعة كل لون في بؤرة خاصة بواسطة العدسة الشيئية

أنواع الطيف

مرئي (منظور)
الضوء المرئي

طيف إنبعاث
ـ هو الطيف الناتج من عودة ذرات مثارة من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أقل

طيف إمتصاص

غير مرئي
الأشعة تحت الحمراء
" فوق بنفسجية
" السينية
أشعة جاما

PAGE
DATE

طيف الانبعاث

مستمر (متصل) أو شريطي

خطي (مميز)

س علل: لا يصدر الطيف الخطي من المادة إلا إذا كانت في صورة ذرات منفصلة أو في الحالة الغازية تحت ضغط منخفض؟
لأن الطيف الخطي ينتج من إنتقال الذرات المثارة من مستويات طاقة أعلى إلى مستويات طاقة أقل ولا يمكن إثارة العناصر إلا إذا كانت في صورة الذرية وليس الصورة الجزيئية

« الأشعة السينية »

س ما النتائج المترتبة على مرور ضوء أبيض خلال غاز؟
يختفي منه بعض الأطوال الموجية

س ما النتائج المترتبة على مرور الأشعة السينية خلال غاز؟
يتأين الغاز لكبر طاقة الأشعة السينية

إستخداماتها:
1- تصوير العظام وتحديد أماكن الشروخ والكسور « اختراق الأوساط »
2- في الكشف عن العيوب التركيبية في المواد المعدنية المستخدمة في الصناعة « الطرد والنفاذ »
3- تستخدم في دراسة التركيب البلوري للمواد « الحيود »

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

* الفتيل فى أنبوبة كولدج هى مصدر للإلكترونات.

* الفتيل فى أنبوبة الكاثود هى مصدر لتسخين حرارى للكاثود

* صنع الساق من النحاس فى أنبوبة كولدج
لأن النحاس موصل جيد للكهرباء وجيد التوصيل الحرارى.

* الأنبوبة مفرغة من الهواء
حتى لا تصتدم الالكترونات بجزيئات الهواء فتفقد طاقتها
وحتى لا تتأكسد الفتيل

* ماذا يحدث عند:-
زيادة العدد الذرى لمادة الهدف بالنسبة لطيف الناتج للأشعة السينية ؟

لا يتأثر الطيف المستمر لكن يقل الطول الموجى لطيف المميز

* ماذا يحدث عند:-
زيادة فرق الجهد بين الكاثود والأنود بالنسبة لطيف المميز للأشعة السينية ؟
لا يتأثر

* ماذا يحدث عند:-
زيادة فرق الجهد بين الكاثود والأنود بالنسبة للأطوال الموجية للأشعة X ؟
يقل الطول الموجى لطيف المستمر ولا يتأثر الطول الموجى لطيف المميز

شروط ظهور الطيف المميز لأشعة X
١- أن يطبق فرق جهد عالى بين الفتيل ومادة الهدف
٢- أن يصتدم أحد الالكترونات المعجلة المنطلقة من الفتيل بأحد الإلكترونات القريبة من مادة الهدف فى إحدى الذرات فينقله لمستوى طاقة أعلى أو يجعله يغادر الذرة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

متى لا يظهر الطيف المميز للأشعة السينية ؟
في حالة استخدام فرق جهد منخفض بين الكاثود والأنود

العوامل التى تتوقف عليها شدة الأشعة السينية ؟

١- شدة تيار الفتيل

٢- فرق الجهد بين الكاثود والأنود

كيف يمكن زيادة أشعة X على النفاذ ؟

١- زيادة فرق الجهد بين الكاثود والأنود وبالتالى يقل الطول الموجى

٢- زيادة العدد الذرى لمادة الهدف فيقل ΔE وبالتالى يقل الطول الموجى لطيف المميز

صور تحولات الطاقة فى أنبوبة كولدج

طاقة كهربية ← طاقة حركية ← طاقة كهرومغناطيسية

شدة الإشعاع

λ

λ_1 λ_2 λ_3

عند زيادة فرق الجهد بين الكاثود والأنود

$$\lambda_{min} = \frac{hc}{eV}$$

عكسى

λ_1 يقل ، λ_2, λ_3 لا تتأثر لا تتغير بتغير نوع مادة الهدف
شدة الإشعاع تزداد .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

عند زيادة العدد الذرى لمادة الهدف
λ_1 تظل ثابتة
λ_2 تقل
λ_3 تقل
شدة الاشعاع تظل كما هى

عند زيادة شدة تيار الفتيل
$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ لا يتغير
شدة الاشعاع تزداد

* يتوقف الطول الموجى لطيف المميز على نوع مادة الهدف ← العدد الذرى لمادة الهدف

* يتوقف ظهور الطيف المميز للأشعة السينية على فرق الجهد بين الكاثود والأنود

"المسائل"

1- لحساب طاقة الإلكترونات المنبعثة من الفتيل

$$K_E = \frac{1}{2} m_e V^2 = eV$$

2- لحساب سرعة الإلكترونات المنبعثة من الفتيلة

$$V^2 = \frac{eV}{\frac{1}{2} m_e} = \frac{2eV}{m_e}$$

$$V = \sqrt{\frac{2eV}{m_e}}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٣_ لحساب أقصر طول موجي للأشعة X

$$\lambda_{min} = \frac{hc}{eV}$$

$$V = \frac{hc}{e\lambda_{min}}$$ ⟵ V ⟵ فرق الجهد

٤_ لحساب أعلى تردد للأشعة X

$$\nu_{max} = \frac{c}{\lambda_{min}}$$

" أقصر طول موجي λ_{min} "

٥_ لحساب عدد الالكترونات التي تصطدم بالهدف في زمن معين

$$Q = N \cdot e$$

$$N = \frac{Q}{e} = \frac{It}{e}$$ " $e = 1.6 \times 10^{-19}$ "

٦_ لحساب معدل الطاقة الكهربية المستخدمة في الأنبوبة

(معدل الطاقة الكهربية ⟵ القدرة الكهربية)

$$P_w = VI$$

٧_ لحساب الطاقة الكهربية المستخدمة في الأنبوبة

$$W = P_w \cdot t \quad \text{or} \quad W = VIt$$

٨_ لحساب كفاءة أنبوبة أشعة X (أنبوبة كولدج)

$$\text{كفاءة الأنبوبة} = \frac{P_w(\text{X أشعة})}{P_w(\text{كهربية})}$$

٩_ لحساب الطاقة الكهربية المستهلكة في صورة حرارة فقط
" الحرارية المتولدة في أنبوبة كولدج "

$$P_w(\text{كهربية}) = P_w(\text{X أشعة}) + P_w(\text{حرارة})$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$W = P_{W(\text{حرارية})} \times t$

$P_{W(\text{حرارية})} = P_{W(\text{كهربية})} - P_{W(\text{اشعاع X})}$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

طيف الانبعاث

طيف مستمر (متصل) (شريطي)

- هو طيف يحتوي على كل الأطوال الموجية والترددات الممكنة في مدى معين **أو** طيف يتضمن توزيعاً مستمراً أو متصلاً للترددات والأطوال الموجية
- يظهر شكله في المطياف على شكل خلفية ملونة بدون فواصل.
- ينتج عن الأجسام المتوهجة كالشمس وفتيلة المصباح

طيف خطي (معين)

- هو الطيف الذي يتضمن توزيعاً غير مستمر أو غير متصل للترددات والأطوال الموجية
- يظهر على شكل خطوط ملونة على خلفية سوداء أو خلفية معتمة

$$\Delta E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

*** لا يوجد عنصران لهما نفس الطيف الخطي

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

"طيف الإمتصاص"

هو خطوط معتمة لبعض الأطوال الموجية في الطيف المستمر للضوء الأبيض هذه الخطوط تنتج عن امتصاص الغاز (بخار العنصر) لخطوط الطيف المميزة لها

خطوط فرونهوفر:- هى أطياف امتصاص خطية للعناصر الموجودة في الغلاف الشمسى وقد وُجد أنها خاصة بعنصري الهيليوم والهيدروجين وهذا ما أثبت وجود عنصري الهيليوم والهيدروجين في الغلاف الشمسى

* متسلسلات طيف ذرة الهيدروجين تعتبر كمثال لطيف الانبعاث الخطى

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

«الفصل السابع»

«LASER — الليزر»

«Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation»

«تكبير/تضخيم شدة الضوء بواسطة الانبعاث المستحث للإشعاع»

الليزر ← هو تكبير / تضخيم شدة الضوء بواسطة الإنبعاث الإشعاعي المستحث

يعني إيه إنبعاث إشعاعي مستحث ؟

عند ما تكون الذرة في المستوى الأرضي (E_1 / E_0) في الحالة العادية تسمى ذرة مستقرة وعند إلقاء فوتون عليها يُحدث لها إثارة فيجعلها تنتقل من المستوى الموجودة فيه إلى مستوى طاقة أعلى ويُشترط لحدوث ذلك أن تكون طاقة الفوتون الساقط تساوي الفرق بين طاقة المستويين اللذان تنتقل الذرة بينهما

* عملية الإثارة ← عملية إمتصاص الذرة لفوتون طاقته تساوي الفرق بين طاقة المستويين اللذان تنتقل الذرة بينهما من مستوى طاقة أدنى إلى مستوى طاقة أعلى

E_2 ———— E_2 ——o——

$h\nu = E_2 - E_1$ →

E_1 ——o—— E_1 ————

ذرة مستقرة — ذرة مثارة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

ولكن لا تبقى الذرة مثارة لفترة حيث أنها تبقى لفترة قدرها 10^{-8} ثانية وتسمى فترة العمر وهذه هى الفترة الطبيعية لمستوى الطاقة.

* هناك مستويات شبه مستقرة تكون فترة العمر لها طويلة وقدرها 10^{-3} ثانية

وعندما تنتهى فترة العمر تعود الذرة إلى مستوها الأصلى وتصدر الفوتون التى امتصته وهذا هو الإنبعاث

E_2 —— E_2 —o— E_2 ——

$h\nu = E_2 - E_1$

E_1 —o— E_1 —— E_1 —o—

* عملية الإنبعاث (الإسترخاء) ← إصدار / إنبعاث الفوتون الممتص وعودة الذرة إلى مستواها الأصلى
ويحدث بطريقتين هما :-

[1] الإنبعاث التلقائى   [2] الإنبعاث المستحث

كيفية الحدوث

الإنبعاث التلقائى	الإنبعاث المستحث
E_2, E_1: ذرة مستقرة — ذرة مثارة — إنبعاث الفوتون ($h\nu = E_2 - E_1$)	E_2, E_1 ($h\nu = E_2 - E_1$)
عند سقوط فوتون على الذرة حدث لها إثارة حيث أن طاقة الفوتون تساوى الفرق فى الطاقة للمستويين اللذان إنتقلت الذرة خلالهما	عند سقوط فوتون على ذرة طاقته تساوى الفرق فى طاقة المستويين التى تنتقل الذرة خلالهم فإنها تنتقل إلى مستوى طاقة أعلى وقبل إنتهاء فترة العمر سقط فوتون آخر طاقته تساوى طاقة الأول

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وبعد إنتهاء فترة العمر تصدر الذرة الفوتون الذى إمتصته وتكون طاقة الفوتون المنبعث تساوى الفرق فى الطاقة للمستويين التى إنتقلت الذرة بينهم

فإنها تعود إلى مستواها الأصلى وتصدر الفوتونين وتكون طاقة كلا منها تساوى الفرق فى طاقة المستويين المنتقلة الذرة خلالهم.

طيب مش المفروض عند إكتساب الذرة فوتون وهى فى المستوى الثانى أو هى مثارة تنتقل إلى المستوى الأعلى؟ هنا "لا"

حيث أن طاقة الفوتون الممتص وهى مثارة يساوى الفرق بين طاقة المستويين المنتقلة خلالهم الذرة
ولكن عندما تكون طاقته تساوى الفرق بين طاقة المستوى الثالث والثانى فإن الذرة تنتقل للمستوى الثالث.

س: فى الإنبعاث المستحث نحصل على فوتونين من الذرة نتيجة سقوط فوتون واحد عليها. هل يعد ذلك إنتهاك لقانون بقاء الطاقة؟

لا، حيث أحد الفوتونين هو الفوتون الأصلى المسبب للإثارة والفوتون الثانى هو الفوتون المسبب للإنبعاث المستحث

* الإنبعاث التلقائى ← هو الإنبعاث الذى يحدث عند عودة الذرة المثارة من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أدنى بعد إنتهاء فترة العمر دون أى مؤثر خارجى

* الإنبعاث المستحث ← هو الإنبعاث الذى يحدث عند عودة الذرة المثارة من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أدنى قبل إنتهاء فترة العمر بتأثير فوتون خارجى عليها طاقته تساوى الفرق بين طاقة المستوى الأصلى وطاقة مستوى الإثارة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

فترة العمر: هى الفترة التى تقضيها الذرة فى مستوى الإثارة ثم تفقد طاقتها وتعود إلى مستواها الأصلى وقدرها 10^{-8} ثانية فى المستويات المستقرة

* وتكون فى المستويات شبه المستقرة 10^{-3} ثانية
وإذا لم يذكر إذا كانت المستويات مستقرة أو غير مستقرة فإننا نحسبها 10^{-8} ثانية حيث أن المقصود يكون المستويات العادية

شرط حدوث إنبعاث مستحث
هو سقوط فوتون على الذرة تكون طاقته مساوية للفرق بين طاقة المستويين اللذان تنتقل بينهما الذرة وذلك قبل إنتهاء فترة العمر

* مكتشف الإنبعاث المستحث هو العالم أينشتاين

خصائص كلا منهما

1] فوتونين أحدهما يكون الفوتون الساقط والآخر يكون الفوتون المنبعث ويكونان متفقين فى 1] الطاقة . 2] التردد 3] الطول الموجى $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ ويختلفان فى 1] الإتجاه، حيث يكون إتجاه الفوتون المنبعث عشوائى 2] الطور	1] فوتونين صادرين يكونان متفقين فى 1] الطاقة 2] التردد 3] الطول الموجى 4] الاتجاه 5] الطور حيث أنهما مترابطان يكون كلا منهما ملازم للآخر لا يسبق أحدهما الآخر

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢) يكون سائد في مصادر الضوء العادية (المصابيح)	٢) يكون سائد في مصادر الليزر

- خصائص الفوتونات المنبعثة من الإنبعاث التلقائي والإنبعاث المستحث يكونان مختلفان

∴ أشعة الليزر يكون لها خصائص مختلفة عن الأشعة الصادرة السائد فيها الإنبعاث التلقائي

خصائص أشعة الليزر
المميزة له عن الضوء العادي

الضوء العادي	الليزر

١) النقاء الطيفي

الضوء العادي	الليزر
فوتونات الضوء العادي تغطي مدى كبير من الأطوال الموجية لذلك نرى تعدد درجات اللون الواحد عند النظر إليه بالعين المجردة	فوتونات الليزر تغطي مدى ضئيل من الأطوال الموجية وتتركز الشدة عند طول موجي معين لذلك يعتبر ضوء أحادي الطول الموجي

شدة الإشعاع ϕ_L

λ

تغطي الفوتونات مدى كبير من الأطوال الموجية

«المدى الطيفي للضوء العادي»

ϕ_L

λ

«المدى الطيفي لضوء الليزر»

تتركز الشدة عند طول موجي معين

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

٢) ترابط الفوتونات

الضوء العادي فوتوناته غير مترابطة زمانياً ومكانياً «أي تنتقل عشوائياً» حيث أنها ١) تنتقل من المصدر في لحظات مختلفة	فوتونات الليزر مترابطة زمانياً ومكانياً «تنتشر في نفس الوقت وفي نفس الاتجاه» ← ١)
٢) تنتشر باختلاف كبير وعشوائية في الطور ويقل تركيزهم حيث أنهم في حالة تشتت	٢) تنتقل بنفس بفرق الطور «ثابت» مما يجعلها أكثر شدة وأكثر تركيزاً.
	ليزر

٣) توازي الحزمة الضوئية

يزداد قطر الحزمة الضوئية كلما انتقل الفوتون لمسافات أبعد	قطر الحزمة الضوئية ثابت حيث أن زاوية الإنفراج تكون ضئيلة تكاد تنعدم ولا يعاني الفوتون من تشتت
كشاف	حيث ينتقل بنفس الطور والفوتونات تكون مترابطة زمانياً ومكانياً
حيث أن زاوية إنفراج الشعاع كبيرة نسبياً	ليزر

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

٤ الشدة "تركيز الإشعاع"

تقل شدة الإشعاع بزيادة المسافة وذلك لعدم ترابط الفوتونات وتخضع لقانون التربيع العكسي	شدة الإشعاع ثابت حيث أنها تنتقل بفرق طور ثابت وذلك لترابط الفوتونات فتكون الشدة ثابتة وتنتشر لمسافات بعيدة دون تشتت ولا تخضع لقانون التربيع العكسي
شدة الضوء ضعيف / شدة الضوء عالية	ليزر / شدة الضوء ثابتة

"قانون التربيع العكسي" ← الشدة الضوئية الساقطة على وحدة المساحات $(1m^2)$ تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بين مصدر الضوء وبين السطح الساقط عليه

* إذا زادت المسافة للضعف فإن شدة الضوء تقل للربع

* إذا زادت المسافة 3 أمثالها فإن شدة الضوء تقل للتسع

طيب الأسئلة تجي إزاي ← يلا نشوف

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

٢) منشوران في وضع النهاية الصغرى للانحراف سقط على أحدهما ضوء أبيض وعلى الآخر ليزر

ليزر

ضوء أبيض

(٢)

(١)

في (١) يتحلل الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف السبع حيث يحدث له تشتت ويحدث له انحراف

في (٢) ينكسر شعاع الليزر ويخرج من المنشور ولا يحدث له تشتت حيث أنه نقي طيفيًا لأنه أحادى الطول الموجى (أحادى اللون)

٣) مصدر ضوء عادى شدته "I" فعند زيادة المسافة الفاصلة بين المصدر والسطح الساقط عليه للضعف تصبح شدته $\frac{1}{4}$ I

حيث يخضع الضوء العادى لقانون التربيع العكسى

٤) مصدر ليزر شدته (I) فعند زيادة المسافة الفاصلة بين المصدر والسطح الساقط عليه تصبح شدته I

حيث لا يخضع الليزر لقانون التربيع العكسى

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

العناصر الأساسية لليزر

لكى نعمل جهاز ليزر يجب توافر ثلاث عناصر

أولاً : نحتاج مادة لكى نحدث إثارة لذراتها لكى تصدر فوتونات بالإنبعاث المستحث وبالتالى نحصل على الليزر
وتسمى هذه المادة ب " الوسط الفعال "

ثانيًا : نحتاج مصدر للطاقة حتى تحدث إثارة لذرات المادة

ثالثًا : وعاء توضع فيه المادة وهو ما يسمى بالوعاء الحاوى " التجويف الرنينى "

وإليكم الشرح :-

1) الوسط الفعال
يمكن أن يكون مواد صلبة / سائلة / غازية بصورة عامة

أ- بلورات صلبة
مثل بلورات الياقوت الصناعى

ب- مواد صلبة شبه موصلة ← بلورات السيليكون

ج- صبغات سائلة ← الصبغات العضوية المذابة فى الماء

د- غازات متأينة ← غاز الأرجون

و- ذرات غازية ← ذرات الهيليوم- النيون

هـ- جزيئات غازية ← ثانى أكسيد الكربون

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢) مصادر الطاقة ← هي المصادر المستخدمة لإثارة الوسط الفعال

أ- طاقة كهربية

مصادر الترددات الراديوية "لا يوجد مثال لدراستها"

التفريغ الكهربي "سيتم تدريسه"

ب- طاقة ضوئية

تسمى عملية إثارة الذرات بواسطة طاقة ضوئية بعملية الضخ الضوئي

عملية الضخ الضوئي هي عملية إثارة الإلكترونات بواسطة طاقة ضوئية لتوليد الليزر.

طاقة ضوئية

باستخدام المصابيح الوهاجة

باستخدام شعاع ليزر

جـ- طاقة حرارية

تستخدم الطاقة الحرارية الناتجة عن الضغط الحركي لجزيئات الغاز للإثارة الوسط الفعال

د- طاقة كيميائية

تنتج عن بعض التفاعلات الكيميائية تكون مصاحبة لطاقة والتي تستخدم في إثارة الوسط الفعال

مثل تفاعل الفلور مع الهيدروجين أو فلوريد الديوتيروم وثاني أكسيد الكربون

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

١) تستخدم الطاقة الكهربية مع ليزرات الغاز
مثل الهيليوم - النيون ، ثاني أكسيد الكربون ، الأرجون
وهذا مع التفريغ الكهربي

٢) الطاقة الضوئية

← المصابيح الوهاجة تستخدم مع المواد الصلبة مثل الياقوت الصناعي
← شعاع الليزر يستخدم مع ليزر الصبغات السائلة.

٣) التجويف الرنيني ← هو الوعاء الحاوي للوسط الفعال
والمسئول عن إنتاج شعاع الليزر أو عملية تضخيم الليزر

أ - خارجي ← يستخدم في
ليزرات الغازات
مثل ليزر الهيليوم - النيون ، ليزر
الأرجون

وسط فعال
مرآة شبه منفذة
مرآة عاكسة

التجويف الرنيني الخارجي ← عبارة عن أنبوبة به الوسط الفعال
محاطة بمرآتين متوازيتين وعموديتين إحداهما عاكسة والأخرى
شبه منفذة

ب - داخلي ← عبارة عن طلاء نهايتي الوسط
الفعال بمادة عاكسة

وسط فعال

ويستخدم مع ليزرات الجوامد مثل ليزر الياقوت الصناعي

* ليزرات الجوامد = ليزرات المواد الصلبة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

نظرية عمل الليزر (الفعل الليزرى)

1] الوصول بذرات أو جزيئات الوسط الفعال إلى حالة الإسكان المعكوس

E_2 —— o　　　　E_2 —— oooooo

E_1 —— ooooooooo　　　　E_1 —— o

حالة إسكان طبيعى　　　　حالة إسكان معكوس

* حالة الإسكان المعكوس ← هى الحالة التى يكون فيها عدد الذرات المثارة فى مستويات الطاقة العليا أكبر من عددها فى مستويات الطاقة الأدنى

* حالة الإسكان الطبيعى ← هى الحالة التى يكون فيها عدد الذرات فى مستويات الطاقة العليا أقل من عددها فى مستويات الطاقة الأدنى

* تتم عملية الإسكان المعكوس لتهيئة الذرات لحدوث عملية الإنبعاث المستحث

* تتحقق حالة الإسكان المعكوس فى المستويات شبه المستقرة التى فترة العمر لها طولية نسبيًا 10^{-3} ثانية والتى تتراكم الإلكترونات فيها الفترة الأطول

2] حدوث الإنبعاث المستحث

E_2 —— oooo　　　　E_2 —— ooo

$E_2 - E_1$

E_1 ——　　　　E_1 —— o

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

التفسير :- سقوط فوتون على ذرات مثارة طاقته تساوى الفرق بين طاقة المستويين فيحدث إنبعاث مستحث لذرة واحدة ويخرج فوتونين

الفوتون المسبب للعودة

الفوتون الذى إمتصته الذرة لكى تُثار

٣) تضخيم الشعاع داخل التجويف بالإنعكسات المتتالية

E_2 ——— $E_2 - E_1$ ——— E_1

الشرح :-
تم حدوث علي إثارة لذرات الموجودة فإنتقلت إلى مستويات طاقة أعلى
ولكن لم تنتقل كل الذرات مرة واحدة وإنما على مراحل وكذلك عند الهبوط تنزل على فترات مختلفة
والمجموعة التى إنتقلت أولاً هى التى تعود من مستوى الإثارة أولاً تلقائياً والمجموعة التى إنتقلت بعدها تكون متراكمة فى المستويات شبه المستقرة وعند سقوط ذرات المجموعة الأولى تصدر فوتونات تسقط على ذرات المجموعة الثانية فتحدث إنبعاث مستحث وعند سقوط فوتون على ذرة مثارة يعودها ويصدر فوتونان وعند سير الفوتونين يصطدمان بذرتان مثارتان فيعودها ويصدر أربعة فوتونات وهكذا وعند الوصول للمرآة تنعكس مرة آخرى وتعمل على إثارة للذرات التى تقابلها عند الرجوع ولكن لن يتم إثارة الذرات كلها فتنتهى بعد فترة حيث أن الذرات التى عادت تأخذ طاقة عن طريق المصدر الخارجى فتثار من جديد وتسقط فوتونات فتثار الذرات وتتضاعف إلى أن تصل شدة الإشعاع لحد معين فتسمح المرآة شبه المنفذة بخروج جزء من الشعاع

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE

DATE

وظيفة المرآتين ← يحدث بينهم عدة إنعكاسات متتالية من تؤدى إلى تضخيم الشعاع

«ليزر الهيليوم - نيون»

[١] التركيب

[١] هو عبارة عن أنبوبة من زجاج الكوارتز تحتوي على خليط من غازي الهيليوم والنيون بنسب 10:1 تحت ضغط منخفض حوالي 0,6 mm Hg وتوصل بفرق جهد عالي مستمر (VDC) محاطة بمرآتين «التجويف الرنيني».

[٢] المرآتان إحداهما شبه منفذة معامل إنعكاسها 98% والأخرى عاكسة معامل إنعكاسها 99,5%

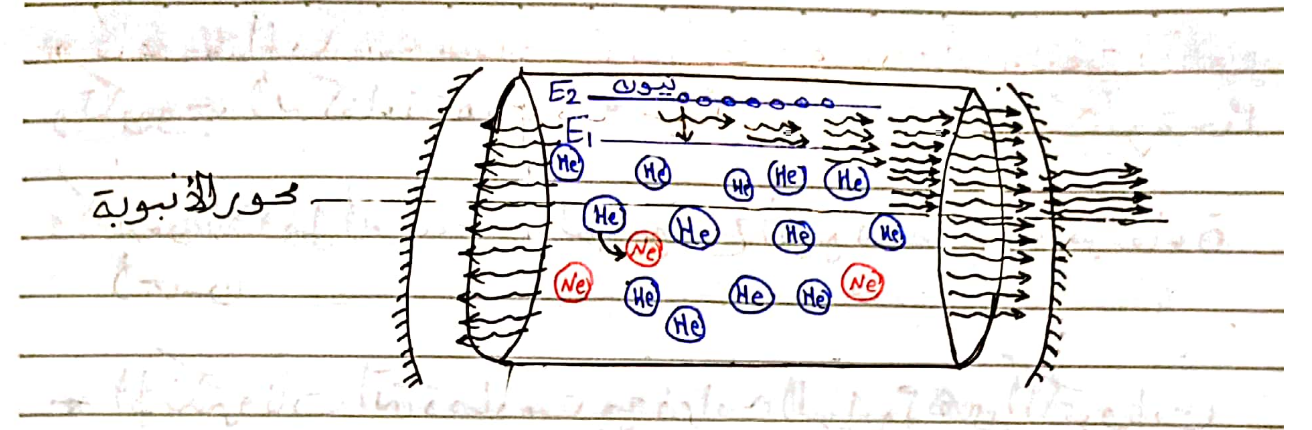
س علل: إختيار غازي الهيليوم مع النيون وسط فعال لليزر؟

لتقارب قيم* طاقة مستويات الإثارة شبه المستقرة لكل منهما

[٢] شرح العمل :-

[١] يتم تشغيل المصدر الكهربي «حدوث تفريغ كهربي» فتكتسب ذرات الهيليوم طاقة نتيجة حدوث التفريغ الكهربي فيحدث لها إثارة «يحدث إثارة لذرات الهيليوم لأن نسبتها أكبر من نسبة ذرات النيون فيتصادم الإلكترونات مع ذرات الهيليوم أولاً» فتكتسب ذرات الهيليوم طاقة وتتجه للتصادم مع ذرات النيون الغير مثارة فتنتقل الطاقة من ذرات الهيليوم إلى ذرات النيون ونظراً لتقارب قيم طاقة مستويات الإثارة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



تتصادم ذرات الهيليوم مع ذرات النيون تصادم غير مرن

شبه المستقرة فى كلا منها تتراكم ذرات النيون فى مستوى الطاقة شبه المستقر تهبط أول مجموعة من ذرات النيون هبوطاً تلقائياً فتصدر فوتونات وتتحرك فى إتجاه عشوائى فتصدم مع ذرات نيون مثارة لم تنتهى فترة العمر لها

«هناك جزء من الفوتونات يسير نحو جدارى الأنبوبة ولكن لا يفيدنا حيث يخرج فى صورة طاقة حرارية»

«يكون إتجاه الفوتونات التى اصطدمت مع ذرات النيون موازية أو عمودية بالنسبة لمحور الأنبوبة»

فيحدث إنبعاث مستحث فيصدر فوتونين ويتصادموا مع ذرات نيون موجودة فى مستوى طاقة شبه مستقر لم تنتهى فترة العمر لها بعد فتصدر ٤ فوتونات ويتصادموا مع ذرات نيون مازالت فى مستوى الطاقة شبه المستقر فتصدر 8 فوتونات فيتضاعف عدد الفوتونات داخل الأنبوبة وتزداد شدته حتى الوصول لمرحلة تكون شدة الإشعاع زادت جداً فتسمح المرآة شبه المنفذة بخروج جزء من الليزر والمتبقى ينعكس من جديد ليصطدم بذرات نيون مازالت مثارة فى مستوى طاقة شبه مستقر فتبعث فوتونات من جديد بالإنبعاث المستحث ويتضاعف عددها ويخرج منها جزء وبذلك يتم توليد الليزر

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE

DATE

* كان من الممكن أن نستخدم ذرات نيون فقط وينتج الليزر ولكن وجد أن كفاءته منخفضة جداً وتستهلك طاقة كبيرة جداً

فكان من الأفضل أن نستخدم الهيليوم مع النيون حيث يعطي كفاءة أحسن

* الإلكترونات التي تصادمت مع ذرات الهيليوم هي إلكترونات المصدر

الخلاصة :-

مادام المصدر مشغل فإن المصدر يُثير الهيليوم والهيليوم يصطدم بالنيون فيُثير النيون فتحدث إثارة للنيون ويصعد للأعلى ويحدث إنبعاث تلقائي ثم إنبعاث مستحث وهكذا ينتج الليزر باستقرار

ملاحظات :-

* وظيفة المصدر الكهربي ← إثارة ذرات الهيليوم

* وظيفة ذرات الهيليوم ← إثارة ذرات النيون

* في ليزر الهيليوم - نيون المسئول عن إنتاج فوتونات الليزر

١) الهيليوم فقط ٢) النيون فقط ✓ ٣) كلاهما

حيث أن الهيليوم مصدر ينقل الطاقة للنيون

* في ليزر الهيليوم-نيون يستخدم مصدر طاقة كهربية

CamScanner الممسوحة ضوئيا بـ

PAGE
DATE

* وظيفة التجويف الرنيني ← حدوث إنعكاسات متتالية بين المرآتين ليتضخم عدد الفوتونات ⇐ تزداد شدة الإشعاع

* وظيفة المرآة شبه المنفذة ← تسمح بخروج جزء من شعاع الليزر عندما تزداد شدة الإشعاع إلى حد معين

*** وظيفة المستوى شبه المستقر ← مهم
تتراكم فيه أغلب ذرات النيون لتحقيق وضع الإسكان العكسي وبالتالى تتهيئ الفرصة لحدوث الإنبعاث المستحث

** يسمى الليزر باسم الوسط الفعال التابع له

* نوع التجويف الرنيني فى ليزر الهيليوم - نيون ← تجويف خارجي

لوجود مرآتين إحداهما عاكسة والأخرى شبه منفذة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

مخطط مستويات الطاقة في ذرة الهيليوم - نيون

الطاقة (ev)

2O.61 ev

20	E_3
15	
10	
5	

مستوى شبه مستقر للهيليوم

إثارة ذرات الهيليوم عن طريق التصادمات بالإلكترونات

إثارة ذرات النيون عن طريق التصادمات بذرات الهيليوم المثارة

مستوى شبه مستقر للنيون

E_2

E_1

$\lambda = 623.8\ nm$
$= 6238\ A^\circ$

لم يقع في منطقة الضوء المرئي (أحمر)

انتقال سريع لحدوث انبعاث تلقائي

E_0 الحالة الأرضية

حالات الهيليوم

حالات النيون

- عند عودة ذرات النيون تفقد الطاقة المتبقية على صورة حرارة وللذلك

* يعد ليزر الهيليوم - نيون مثالاً لتحول الطاقة الكهربية إلى

طاقة ضوئية وحرارية

س: تنتج فوتونات الليزر في ليزر الهيليوم - نيون نتيجة عودة ذرات النيون إلى المستوى E_1

س: يكون المستوى شبه المستقر في ذرات الهيليوم هو E_3
بينما في ذرات النيون هو E_2

* الذى يُثار وينتقل هو الإلكترون الموجود داخل الذرة ولكن نقول الذرة كتعبير مجازي

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

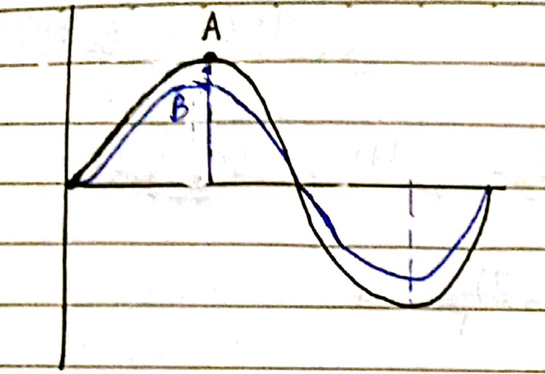
تطبيق على الليزر

التصوير المجسم الهولوجراف

ينقسم التصوير إلى

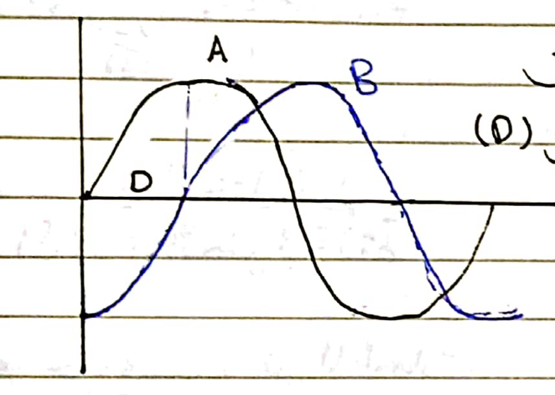
تصوير مستوى	تصوير مجسم
* تصوير صورة باستخدام الكاميرا	* تصوير جسم معروض في الهواء
* يسجل الإختلاف في الشدة الضوئية فقط	* يسجل الإختلاف في الشدة الضوئية وطول مسار الأشعة
* جزء مفقود من المعلومات وهو طول مسار الأشعة الذى ينتج بسبب إختلاف تضاريس الجسم أو بسبب الاختلاف في طور موجات الضوء	* اقترحه العالم جابور
* الشدة الضوئية تتناسب طردياً مع مربع السعة.	

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



١) في الشكل المقابل

الموجتان A, B متفقتان في الطور
حيث أن لهم نفس نقطة البداية
ووصلوا القيم العظمى مع بعض
وكذلك نقطة الصفر والنهاية
العظمى في الاتجاه السالب وبالتالي فرق الطور = صفر
وطول المسار = صفر
ولكن يختلفان في الشدة الضوئية لاختلافهم في السعة



٢) الموجتان غير متفقتين في الطور لاختلاف
في نقطة البداية ويوجد بينهم فرق طور (D)

ونقول فرق طور إذا كان معبرعنها
بالدرجات
ونقول طول المسار إذا كان معبرعنها
بالأطوال الموجية

فرق الطور $= 90^\circ = \frac{\pi}{2}$

طول المسار $= \frac{1}{4}\lambda$

* فرق الطور = طول المسار × $\frac{\frac{\pi}{2}}{\frac{1}{4}\lambda} = \frac{2\pi}{\lambda}$ × فرق المسار

* فرق الطور = $\frac{2\pi}{\lambda}$ × فرق المسار

* الشدة تتناسب طرديًا مع مربع السعة

السعة هي (B) للموجة (A)

PAGE
DATE

الفصل الثامن

الإلكترونات الحديثة

[1] تعريف علم الإلكترونيات

- علم الإلكترونيات : هو العلم القائم على دراسة سلوك الإلكترون وخواصه.

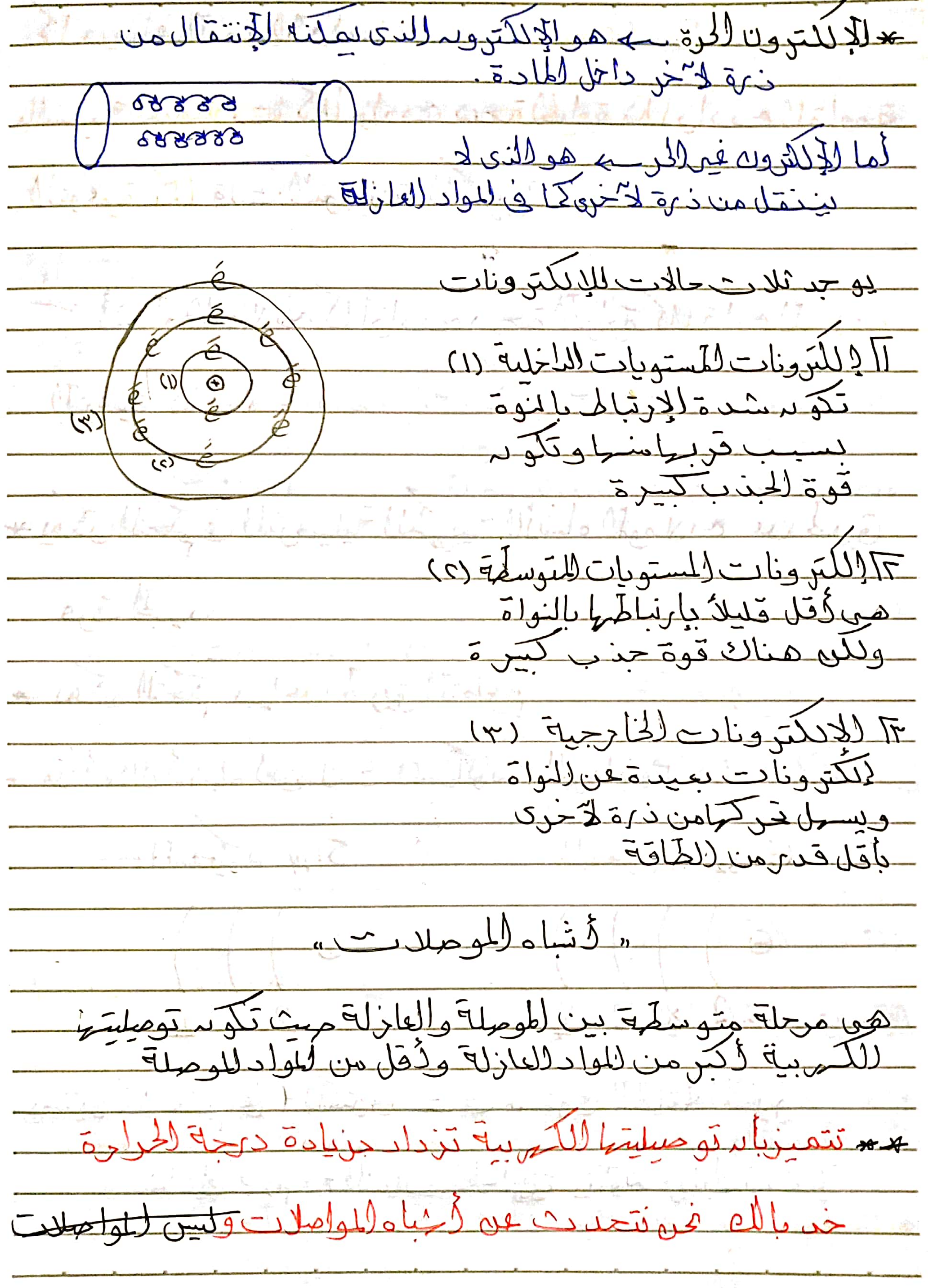
يقصد بالإلكترونيات الحديثة الأجهزة الإلكترونية المستخدمة في حياتنا اليومية (آلة حاسبة - تليفون - تليفزيون) يدخل في تكوينها / تكوين دائرتها الكهربية عناصر الإلكترونية مثل الوصلة الثنائية والترانزستور "وهو ما سيدرس في هذا الفصل"

[2] تصنيف المواد من حيث التوصلية الكهربية

تنقسم إلى

مواد موصلة	مواد متوسطة التوصيل	مواد عازلة (غير موصلة)
مثل: النحاس - الذهب - الألومنيوم المعادن بصفة عامة لاحتوائها على وفرة من الإلكترونات الحرة	السيلكون - الجرمانيوم تستخدم في صناعة الترانزستور والدايود "سيتم دراستها في هذا الفصل"	مثل: الخشب - الورق البلاستيك لندرة إحتوائها على إلكترونات حرة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



* الإلكترون الحرة ← هو الإلكترون الذي يمكنه الإنتقال من ذرة لأخرى داخل المادة.

أما الإلكترون غير الحر ← هو الذي لا ينتقل من ذرة لأخرى كما في المواد العازلة

يوجد ثلاث حالات للإلكترونات

١] إلكترونات المستويات الداخلية (١)
تكون شدة الإرتباط بالنواة بسبب قربها منها وتكون قوة الجذب كبيرة

٢] إلكترونات المستويات المتوسطة (٢)
هي أقل قليلاً بإرتباطها بالنواة ولكن هناك قوة جذب كبيرة

٣] الإلكترونات الخارجية (٣)
إلكترونات بعيدة عن النواة ويسهل تحركها من ذرة لأخرى بأقل قدر من الطاقة

«أشباه الموصلات»

هي مرحلة متوسطة بين الموصلة والعازلة حيث تكون توصيليتها الكهربية أكبر من المواد العازلة وأقل من المواد الموصلة

** تتميز بأن توصيليتها الكهربية تزداد بزيادة درجة الحرارة

خد بالك نحن نتحدث عن أشباه المواصلات ~~وليس المواصلات~~

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

كما درسنا في الفصل الأول

بالنسبة للموصلات كلما زادت درجة الحرارة كلما زادت المقاومة النوعية كلما قلت التوصيلية الكهربية

أولا

أشباه الموصلات كلما زادت درجة الحرارة كلما قلت المقاومة النوعية كلما زادت التوصيلية الكهربية

* يمكن التحكم في التوصيلية الكهربية للأشباه الموصلات عن طريق فرق الجهد

* يمكن التحكم بها عن طريق التطعيم

* من أمثال أشباه الموصلات السليكون والجرمانيوم

الجرمانيوم Ge_{32} السليكون Si_{14}

⊕ 2 8 18 4 ⊕ 2 8 4

يحتوى كل منهم على 4 إلكترونات في مستوى الطاقة الأخير

وتشارك بهم مع الذرات المجاورة وتكون روابط تساهمية

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

٣ بلورة شبه الموصل النقي

البلورة ← ترتيب هندسي منتظم للذرات في الحالة الصلبة

تحاط ذرة السليكون بأربع إلكترونات في مستوى الطاقة الأخير تشارك بهم في تكوين روابط تساهمية مع الذرات المجاورة فتكون بلورة شبه الموصل النقي ، حيث أن جميع الذرات من نفس النوع ، تكون عازلة تماماً حيث أن جميع الروابط سليمة وبالتالي لا تحتوي على إلكترونات حرة

Si Si Si Si
Si Si Si Si
Si Si Si Si

بلورة سليكون نقية عند درجة حرارة 0 K ($-273°c$) تكون عازلة تماماً

س : علل ، تكون بلورة شبه الموصل عازلة عند درجة حرارة 0 K ؟
حيث تكون جميع الروابط سليمة وبالتالي لا توجد إلكترونات حرة فتصبح عازلة

٤ رفع كفاءة التوصيل الكهربي لشبه الموصل
(زيادة التوصيلية الكهربية لشبه الموصل)

م رفع درجة الحرارة (التسخين)
ب التطعيم (إضافة شوائب)

م رفع درجة الحرارة (التسخين) :-

عند رفع درجة الحرارة تكتسب البلورة طاقة فتنكسر الروابط التساهمية لأنها ضعيفة ويبدأ الإلكترون في الخروج تاركاً مكانه ويسمى فجوة

* الفجوة ← هي مكان فارغ يتركه الإلكترون في رابطة مكسورة وتحمل شحنة موجبة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

عند رفع درجة الحرارة

علل: عند رفع درجة الحرارة تزداد التوصيلية الكهربية لبلورة شبه الموصل النقي؟

لأنه عند رفع درجة الحرارة يؤدي إلى تكسير بعض الروابط التساهمية الضعيفة وبالتالي يؤدي إلى تحرر بعض الإلكترونات وبالتالي تصبح البلورة محتوية على إلكترونات حرة فيكون لها القدرة على التوصيل الكهربي

من المعروف أنه عندما تفقد الذرة إلكترون تتحول لأيون موجب

ولكن هنا لا تتحول ذرة السليكون لأيون موجب على الرغم من فقدها لإلكترون وذلك لأن ذرة السليكون التي فقدت إلكترون تجذب الإلكترون الذي تحرر من الذرة المجاورة فتعود مستقرة مرة أخرى وهكذا وهذا العملية تتم عشوائياً

وبذلك تحدث عملية تكسير للروابط وعملية إلتئام (أي دخول إلكترون للفجوة الموجبة) وتكون البلورة موصلة حيث أن الإلكترونات المتحررة تتحرك داخل البلورة وتضاف للبلورة

علل: لا تسمى ذرة شبه الموصل التي كسرت إحدى روابطها وفقدت إلكترون أيون موجب؟

لأنها سرعان ما تقتنص إلكترون من أقرب رابطة مجاورة أو من خلال الإلكترونات الحرة في البلورة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

* كلما زادت درجة الحرارة زاد عدد الروابط المتكسرة وبالتالى يزداد عدد الإلكترونات المتحررة وبالتالى التوصيلية الكهربية تزداد

** عدد الإلكترونات الحرة = عدد الفجوات

* شبه الموصل الذى يتساوى فيه عدد الإلكترونات السالبة مع عدد الفجوات الموجبة شبه الموصل النقى

عند رفع درجة الحرارة يزداد عدد الإلكترونات الحرة ولكن عند الوصول لدرجة حرارة معينة مهما زادت درجة الحرارة لا تتحرر إلكترونات حيث أن البلورة تصل إلى حالة الإتزان الحرارى

* حالة الإتزان الحرارى (الإتزان الديناميكى)
هى الحالة التى يتساوى فيها عدد الروابط المكسورة مع عدد الروابط المتكونة فى الثانية الواحدة

حيث عند درجة حرارة 0K لا يوجد إلكترونات مفردة وعند رفع درجة الحرارة تنكسر الروابط وتتحرر الإلكترونات ولكن يكون معدل كسر الروابط أكبر من معدل إلتئام الروابط وبالتالى يحدث زيادة فى عدد الإلكترونات وعند الوصول لدرجة حرارة معينة يحدث الإتزان الحرارى

* عند كل درجة حرارة معينة يكون هناك عدد ثابت من الإلكترونات المتحررة والفجوات ويكون متساوى
وعند رفع درجة الحرارة يزداد عدد الإلكترونات والفجوات بنفس العدد

*** كسر الرابطة يتطلب طاقة ولكن إلتئام الرابطة ينتج عنه طاقة إما حرارية أو ضوئية

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

* عند رفع درجة الحرارة بمعدل كبير جداً تنهار البلورة

علل: لا يفضل التسخين لرفع كفاءة التوصيل الكهربى لشبه الموصل؟

لأن رفع درجة حرارة البلورة لحد كبير قد يؤدى إلى إنهيار الشبكة البلورية وتحطم البلورة

* بلورة شبه الموصل فى درجة حرارة الغرفة تكون موصلة للكهربى

حيث أن درجة حرارتها 0 K ولكن درجة حرارة الغرفة تكون أكبر من ذلك

وعند تعرض البلورة للضوء يكون عدد الالكترونات حرة أكبر نتيجة إكتسابها طاقة من الضوء وبالتالى تكون موصلة

س بطارية موصلة بأميتر وبها موصل وبطارية أخرى موصلة بأميتر وبها شبه موصل وعند رفع درجة حرارة كلا منهما ماذا يحدث لقراءة الأميتر؟

(1)

موصل

(2)

شبه موصل

فى الدائرة (1) تقل قراءة الأميتر
حيث تزداد المقاومة للموصل وبالتالى شدة التيار تقل
R تزداد ، I تقل

فى الدائرة (2) تزداد قراءة الأميتر

حيث تزداد التوصيلية الكهربية وبالتالى تقل المقاومة لشبه الموصل وتزداد شدة التيار

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

٣) التطعيم (إضافة الشوائب)
يقصد به إضافة عناصر مختلفة إلى شبكة البلورة لشبه الموصل

التطعيم بنوعين

١) بعنصر خماسي التكافؤ
مثل الفوسفور P_{15}
الزرنيخ As_{33}
الأنتيمون Sb_{51}

٢) بعنصر ثلاثي التكافؤ
البورون B_{5}
الألومنيوم Al_{13}
الجاليوم Ga_{31}

١) بعنصر خماسي التكافؤ :-
شرط إدخال عنصر بين الشبكة البلورية أن يكون روابط تساهمية أي يشترك بالإلكترونات معهم مثال الفوسفور

P) 2) 8) 5

تشارك ذرة الفوسفور بأربع إلكترونات مكونة أربع روابط مع ذرة السليكون والإلكترون المتبقي تفقده بأقل قدر من الطاقة سواء كانت طاقة حرارية أو ضوئية ولا تحتاجه مرة أخرى وتتحول إلى أيون موجب وتسمى ذرة مانحة (N_D^+) وتكون هذه البلورة من النوع السالب ويرمز لها ب n-type حيث يكون عدد الإلكترونات الموجودة فيها أكبر من عدد الفجوات الموجبة حيث يكون هناك مصدرين للإلكترونات

س: عند تطعيم البلورة بعنصر خماسي التكافؤ تصبح البلورة متعادلة كهربيًا
حيث أن مجموع الشحنات السالبة يساوي مجموع الشحنات الموجبة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

تطبيق على الشكل الموجود فى الخلف
يوجد 2é ويكون عدد الشحنات السالبة = 2
وعدد الشحنات الموجبة = 2
1 ← الفجوة الناتجة من تحرر إلكترون من ذرة السليكون
1 ← الناتج من تحول ذرة الفوسفور لأيون موجب

ثانياً بعنصر ثلاثى التكافؤ

مثل البورون B_5
الألومنيوم Al_{13}
الجاليوم Ga_{31}

تحتوى ذرة الألومنيوم على 3é فقط فى مستوى الطاقة الأخير وبالتالى تكون أربع روابط والرابط الرابعة تكون غير مكتملة ولكى تكتمل تكتسب ذرة الألومنيوم إلكترون من الذرة المجاورة وتتحول إلى أيون سالب وتسمى ذرة مستقبلة (N_A^-) وتسمى بلورة من النوع الموجب P_TYPe

س: للحصول على بلورة من النوع N_TYPe يتم التطعيم بعنصر خماسى
للحصول على بلورة من النوع P_TYPe يتم التطعيم بعنصر ثلاثى

س: عند تطعيم البلورة بعنصر ثلاثى التكافؤ تصبح البلورة متعادلة كهربياً
لأن مجموع الإلكترونات السالبة يساوى مجموع الفجوات الموجبة
الشحنات الموجبة هى الفجوات = 2 من الرسم
الشحنات السالبة = 2
1 ← ذرة الألومنيوم حيث تحولت لأيون سالب بإكتسابها الإلكترون
1 ← الإلكترون المتحرر من ذرة السيليكون

CamScanner الممسوحة ضوئيا بـ

أشباه الموصلات الغير نقية

1) شبه موصل من النوع السالب

n_type

2) شبه موصل من النوع الموجب

P_type

1) شبه موصل من النوع السالب n_type

ذرة مانحة N_D^+ Donner

* في التطعيم إضافة الشوائب والتسخين يحدثان في نفس الوقت

المسئول عن التوصيل الكهربي في هذا النوع هو الإلكترونات وعدد الفجوات وليس الأيون الموجب (ذرة الفوسفور) حيث تكون مقيدة تصبح الذرة مستقرة ودورها أنها تعطينا إلكترون ويكون الالكترونات هي المسئول الأكبر لأن $n > P$ ومع ذلك البلورة تكون متعادلة كهربي لأن عدد الشحنات السالبة = عدد الشحنات الموجبة

n ← تركيز الالكترونات

P ← تركيز الفجوات

N_D^+ ← الذرة المانحة

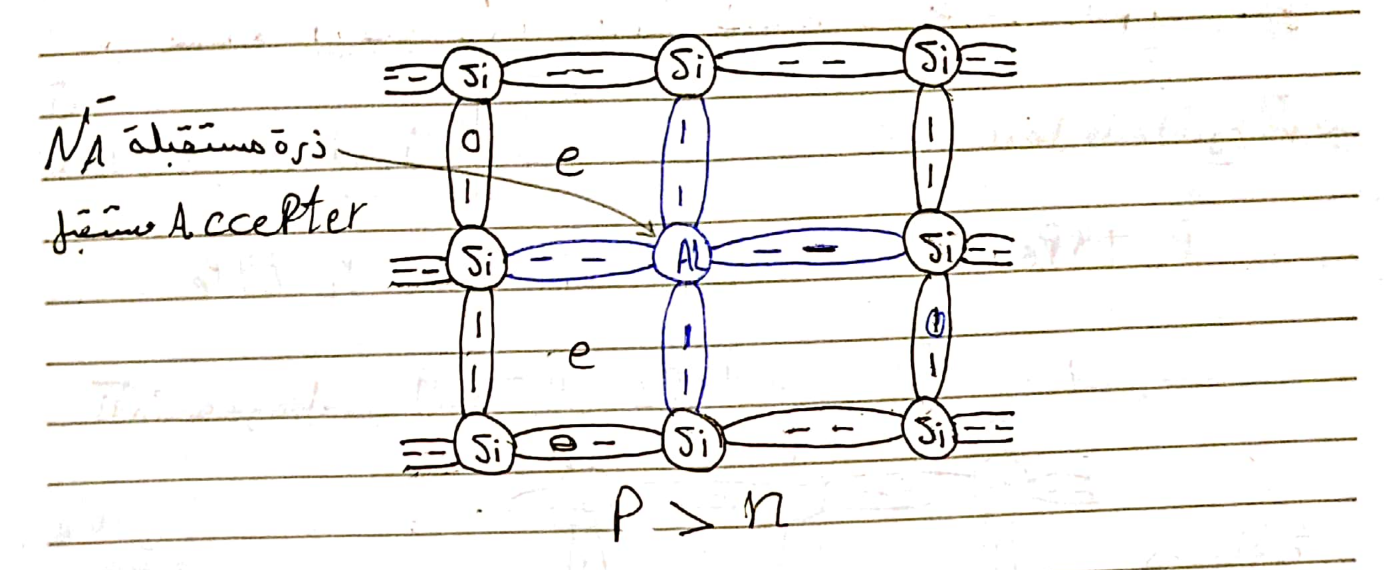
$$n = P + N_D^+$$

* الذرة المانحة ← هي ذرة من عنصر خماسي التكافؤ يتم تطعيم البلورة بها / تعمل على توفير الكترون حر في البلورة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

٢- شبه الموصل من النوع الموجب P_type



$P > n$

المسئول عن التوصيل الإلكترونات والفجوات ولكن الفجوات أكثر حيث أن تركيز الفجوات (P) أكبر من تركيز الإلكترونات (n) وليس الأيون السالب حيث أنه ساكن

$P = n - N_A^-$

وبالرغم من ذلك البلورة متعادلة كهربيًا لأن مجموع الشحنات السالبة يساوى مجموع الشحنات الموجبة (الشحنات السالبة هى الالكترونات وأيون ذرة الألومنيوم السالب = 3 ، الشحنات الموجبة هى الفجوات = 3 لذلك الذرة متعادلة لأنهم متساويان)

* البلورة قبل التطعيم متعادلة وبعد التطعيم متعادلة (متكافئة) حيث قبل التطعيم ذرات السيلكون تكون متعادلة وبعد التطعيم بإضافة الشوائب سواء كانت العناصر خماسية أو ثلاثية التكافؤ تكون الذرة متعادلة

* المسئول الأكبر عن التوصيل فى النوع P_type تركيز الفجوات
* المسئول الأكبر عن التوصيل فى النوع n_type تركيز الإلكترونات

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

قانون فعل الكتلة في أشباه الموصلات

* في شبه الموصل النقي تركيز الإلكترونات يساوي تركيز الفجوات

ويرمز له ب n_i

في شبه الموصل النقي ← $n = P = n_i$

"n" تركيز الإلكترونات

"P" تركيز الفجوات

"n_i" تركيز الإلكترونات أو الفجوات في شبه الموصل النقي

قانون فعل الكتلة ← $nP = n_i^2$

قانون فعل الكتلة ← حاصل ضرب تركيز الإلكترونات السالبة في تركيز الفجوات الموجبة في شبه الموصل النقي يكون مقدار ثابت ويساوي مربع تركيز الإلكترونات أو الفجوات لكل درجة حرارة معينة

ليه قولنا عند درجة حرارة معينة حيث كلما زادت درجة الحرارة زاد عدد الروابط المتكسرة وبالتالي يزداد عدد الفجوات والإلكترونات

نكمل على أشباه الموصلات ↓

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

II شبه الموصل من النوع السالب n-type

يكون $N_D^+ \gg P$ حيث تفقد ذرة الفوسفور الإلكترون بسهولة

لـ أكبر بكثير

بفرض أن هناك ألف ذرة من ذرة الفوسفور تتكسر مقابلها رابطة واحدة وبالتالي يكون عدد الفجوات = 1 ويكون عدد الالكترون 1001

$$n = P + N_D^+$$

$$1001 = 1 + 1000$$

لـ من ذلك تقريبًا

$$n \simeq N_D^+$$

وبالتعويض بقانون فعل الكتلة

$$N_D^+ P = n_i^2$$

$$n p = n_i^2$$ ← قانون فعل الكتلة

$$P = \frac{n_i^2}{N_D^+}$$

"n" ← تركيز الإلكترونات في البلورة المطعمة

"P" ← تركيز الفجوات في البلورة المطعمة

"N_D^+" ← تركيز الذرات المانحة (الخماسية)

** "n_i" : تركيز الإلكترونات أو الفجوات في البلورة النقية.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٣) في أشباه الموصلات من النوع الموجب P_type

$P = n + N_A^-$

$n << N_A^-$

$\therefore P \simeq N_A^-$

بتطبيق قانون فعل الكتلة

$nP = n_i^2$

$n N_A^- = n_i^2$

$$n = \frac{n_i^2}{N_A^-}$$

N_A^- ← تركيز الذرات المستقبلة (الثلاثية)

* التركيز ← هو عدد في كل سم³ وحدة قياسه cm^{-3}
له وحدة الحجوم

* عندما يعطي تركيز عنصر خاص ويطلب كم من عنصر ثلاثي

نحتاج لكي نعود البلورة نقية

تركيز العنصر الخاص = تركيز العنصر الثلاثي
وبذلك تكون نقية

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

المكونات الإلكترونية (النبائط)

هي وحدات البناء الأساسية للأنظمة الإلكترونية

تصنف إلى

بسيطة	أكثر تعقيداً (معقدة)	متخصصة
① مقاومة R	- الوصلة الثنائية (الدايود)	- النبائط الكهروضوئية
② ملف حث L	- الترانزستور	- نبائط التحكم في شدة التيار الكهربي
③ مكثف		

* تصنع الوصلة الثنائية والترانزستور والنبائط الكهروضوئية من أشباه الموصلات لأن أشباه الموصلات لها حساسية عالية للعوامل البيئية المحيطة بها مثل الضوء - درجة الحرارة - الرطوبة لذلك نقول أن أشباه الموصلات تعمل كحساسات للعوامل البيئية

علل: تستخدم أشباه الموصلات كحساسات للعوامل البيئية ؟
لحساسيتها العالية لعوامل البيئة المحيطة مثل الضوء - درجة الحرارة - الرطوبة - الضغط - الإشعاع

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

الوصلة الثنائية PN_Junction (الدايود)

1) التركيب :-

تتكون من بلورتين واحدة من النوع P والأخرى من النوع N متلاصقتان

$P = n + N_A^-$ $n = P + N_D^+$

البلورة (n) سالبة حيث تحتوى على عدد من الإلكترونات أكبر من عدد الفجوات

البلورة من النوع (P) موجبة حيث تحتوى على عدد أكبر من الفجوات أكبر من عدد الإلكترونات

2) شرح التكوين :-

تبدأ الإلكترونات تنتشر من البلورة (n) الأعلى تركيزاً بالإلكترونات إلى البلورة (P) الأقل تركيزاً بالإلكترونات وتنتشر الفجوات من البلورة (P) الأكثر تركيزاً بالفجوات إلى البلورة (n) الأقل تركيزاً بالفجوات وهو ما يسمى بتيار الإنتشار

* تيار الإنتشار :- التيار الناشئ عن إنتشار الإلكترونات من البلورة (n) إلى البلورة (P) وإنتشار الفجوات من البلورة (P) إلى البلورة (n)

كلا من البلورة (n) والبلور (P) متعادلة كهربيًا عند وجودهم منفصلين وعند تلاصقهما تنتقل الإلكترونات من البلورة (n) إلى البلورة (P) تاركة مجموعة من الأيونات الموجبة عددها كبير ونقول أن البلورة (n) إكتسبت جهدًا موجبًا وتصبح غير متعادلة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE

DATE

وعند إنتقال الإلكترونات من البلورة (n) إلى البلورة (P) يكون مجموع الشحنات السالبة في البلورة (P) أكبر من مجموع الشحنات الموجبة فتظهر جزء من الأيونات السالبة

* وتصبح البلورة (P) سالبة الجهد حيث اكتسبت جهداً سالباً

إذن:
البلورة (n) والبلورة (P) كلاً منهما متعادل الشحنة الكهربية قبل التلامس

وبعد التلامس
البلورة (n) تكتسب جهداً موجباً وتصبح بلورة موجبة الجهد

البلورة (P) تكتسب جهداً سالباً وتصبح بلورة سالبة الجهد

والوصلة الثنائية كلها تكون متعادلة كهربياً

P (٢) (١) n

مجال كهربي

ونتيجة وجود أيونات سالبة وأيونات موجبة ينشأ عنهم فرق في الجهد فيحدث مجال كهربي ويكون اتجاه من الموجب للسالب وهذا المجال يسبب نوعاً آخر من التيار يسمى بـ تيار الإنسياب يتسبب في إعادة بعض الإلكترونات

* تيار الإنسياب ← تيار ناشئ عن المجال الكهربي الداخلي على جانبي موضع تلامس البلورتين ويكون إتجاه عكس إتجاه تيار الإنتشار

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

ونتيجة وجود فرق جهد بين (١) ، (٢) كلما إنتقلت إلكترونات

أكثر كلما زاد فرق الجهد الموجب عند (١) وزاد فرق الجهد السالب عند (٢) ويستمر فرق الجهد فى الزيادة إلى أن يصل إلى حد معين يتوقف عندها إنتشار الإلكترونات وإنتشار الفجوات ويسمى الجهد الذى فصل بينهم بالجهد الحاجز وتكون قيمته

٧ ، ٠ ٧ فى البلورة المصنوعة من السليكون
و ٣ ، ٠ ٧ فى البلورة المصنوعة من الجرمانيوم

P n

المنطقة الفاصلة
/ المنطقة القاحلة

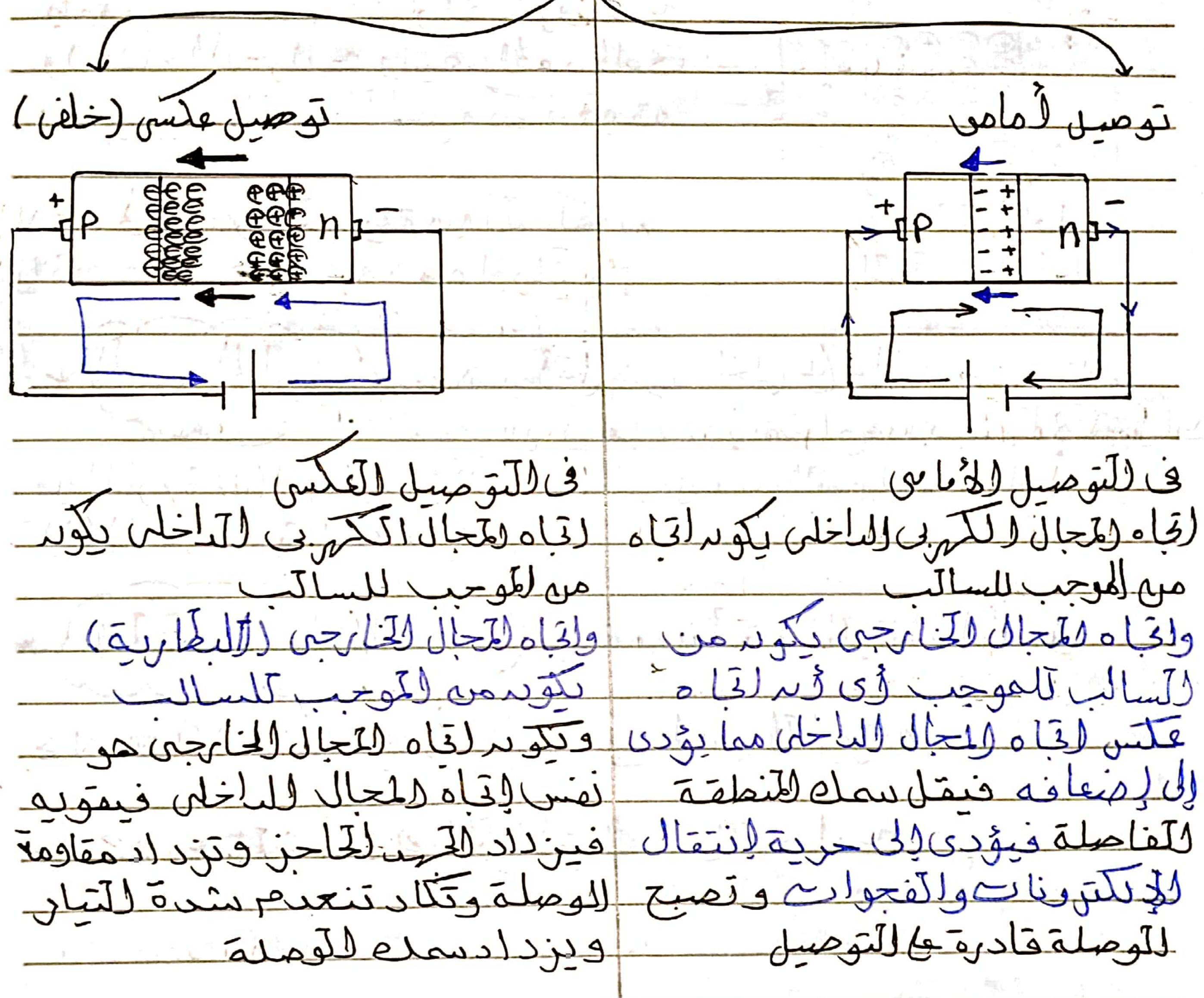
* الجهد الحاجز ← هو أقل جهد داخلى على جانبى موضع تلامس البلورتين يكفى لمنع إنتشار مزيد من الإلكترونات من البلورة (n) إلى البلورة (P) وانتشار مزيد من الفجوات من البلورة (P) إلى البلورة (n)

* المنطقة الفاصلة / القاحلة ← هى منطقة خالية تماماً من حاملات الشحنة وتقع على جانبى موضع تلامس البلورتين.

* حاملات الشحنة هما الإلكترونات والفجوات

(٣) التوصيل

طرق توصيل الوصلة الثنائية



في التوصيل الأمامي

اتجاه المجال الكهربي الداخلي يكون اتجاه من الموجب للسالب

واتجاه المجال الخارجي يكون من السالب للموجب أي أنه اتجاه عكس اتجاه المجال الداخلي مما يؤدي إلى إضعافه فيقل سمك المنطقة الفاصلة فيؤدي إلى حرية إنتقال الإلكترونات والفجوات وتصبح الوصلة قادرة على التوصيل

أو بطريقة أخرى

تنجذب الأيونات الموجبة للقطب السالب للبطارية وكذلك الأيونات السالبة تنجذب للقطب الموجب فيقل فرق الجهد

في التوصيل العكسي

اتجاه المجال الكهربي الداخلي يكون من الموجب للسالب

واتجاه المجال الخارجي (البطارية) يكون من الموجب للسالب

ويكون اتجاه المجال الخارجي هو نفس إتجاه المجال الداخلي فيقويه فيزداد الجهد الحاجز وتزداد مقاومة الوصلة وتكاد تنعدم شدة التيار ويزداد سمك الوصلة

أو بطريقة أخرى

يكون القطب الموجب للبطارية مواجه للأيونات الموجبة فيعمل على زيادتها ويكون القطب السالب مواجه للإلكترونات السالبة فيعمل على زيادتها فيزداد فرق الجهد

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

فتقل المقاومة مما يسمح بمرور التيار الكهربى

P n

I

* تعمل الوصلة كمفتاح مغلق

* توصل البلورة (n) بالقطب السالب

وتوصل البلورة (P) بالقطب الموجب

* عند توصيل مصباح فإنه يضيء

الخلاصة :-

الجهد الحاجز ← يقل

سمك الوصلة ← يقل

مقاومة الوصلة ← تقل

شدة التيار ← تزداد

* تعمل الوصلة كمفتاح مفتوح

P n

I=0

* توصل البلورة (n) بالقطب الموجب

وتوصل البلورة (P) بالقطب السالب

* عند توصيل مصباح يظل منطفئ

الجهد الحاجز ← يزداد

سمك الوصلة ← يزداد

مقاومة الوصلة ← تزداد

شدة التيار ← تكاد تنعدم = صفر

إستخدامات الوصلة الثنائية

1] تستخدم كمفتاح

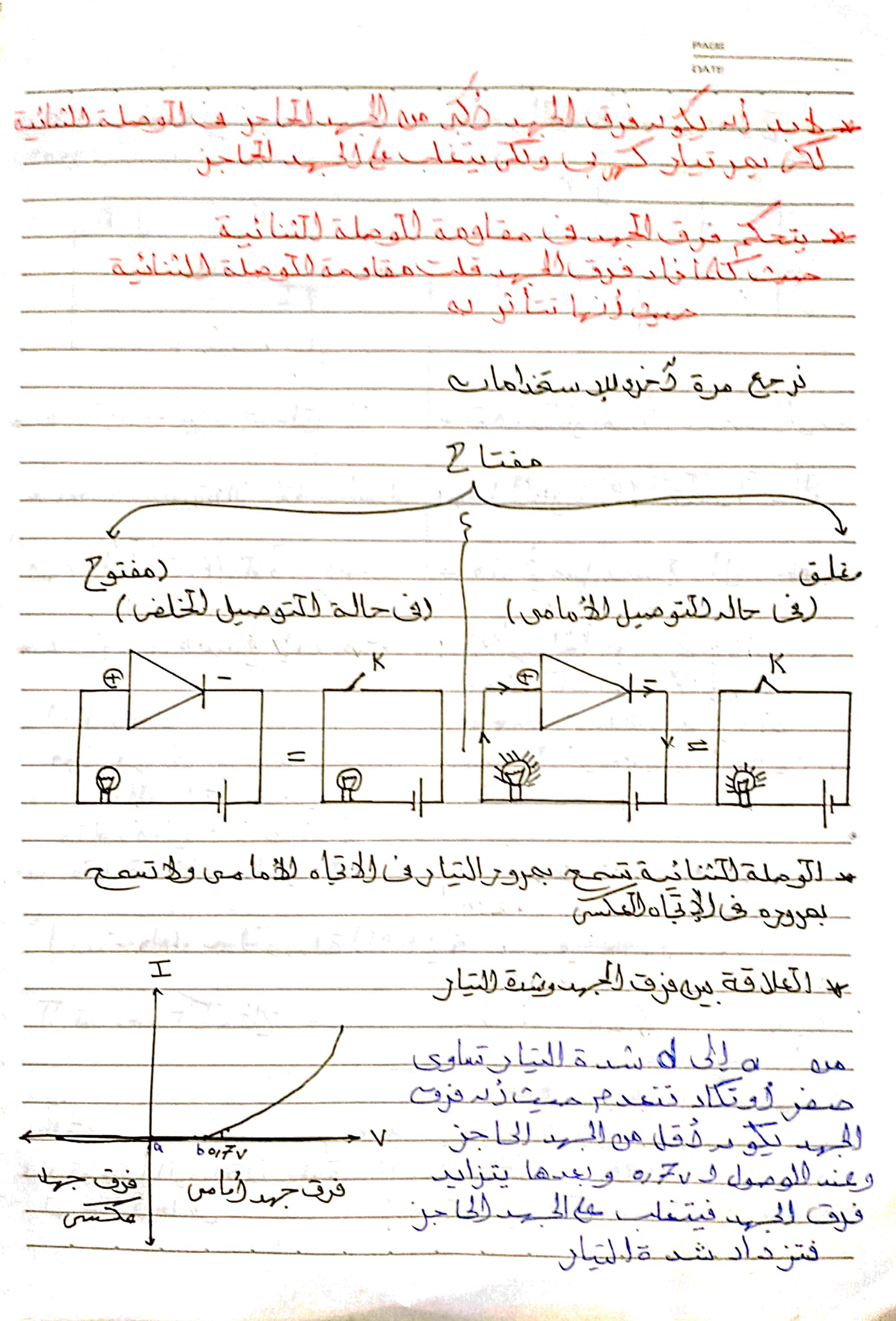
مغلق

عند توصيل الوصلة الثنائية توصيل أمامى

مفتوح

عند توصيل الوصلة الثنائية توصيل عكسى (خلفى)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



PAGE
DATE

* لابد أن يكون فرق الجهد أكبر من الجهد الحاجز في الوصلة الثنائية لكي يمر تيار كهربي ولكي يتغلب على الجهد الحاجز

* يتحكم فرق الجهد في مقاومة الوصلة الثنائية حيث كلما زاد فرق الجهد قلت مقاومة الوصلة الثنائية حيث أنها تتأثر به

نرجع مرة أخرى للاستخدامات

مفتاح

مغلق (في حالة التوصيل الأمامي)

مفتوح (في حالة التوصيل الخلفي)

* الوصلة الثنائية تسمح بمرور التيار في الاتجاه الأمامي ولا تسمح بمروره في الاتجاه العكسي

* العلاقة بين فرق الجهد وشدة التيار

من a إلى b شدة التيار تساوي صفر أو تكاد تنعدم حيث أن فرق الجهد يكون أقل من الجهد الحاجز وعند الوصول لـ 0.7V وبعدها يتزايد فرق الجهد فيتغلب على الجهد الحاجز فتزداد شدة التيار

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

في المسائل
- إذا لم يذكر قيم مقاومة الوصلة الثنائية فإننا نعتبرها

① في التوصيل الأمامي = صفر
② في التوصيل العكسي = ∞ حيث أنه المفتاح مفتوح

٢) تقويم التيار المتردد

تقويم نصف موجي

تسمح بمرور أنصاف الموجات التي تكون فيها متصلة توصيلاً أماميا ولا تسمح بمرور أنصاف الأقطار التي تكون فيها متصلة توصيلاً عكسيا

- حساب القيم الفعالة

$$emf_{eff} = \frac{emf_{max}}{2}$$

$$emf_{eff} = \frac{100}{2} = 50V$$

تقويم موجي كامل

(مهم عليه في المنهج)

محول خافض للجهد وتوصيل أربع وصلات ثنائية ويختلف اتجاه التيار كل نصف دورة ونحصل على جهد غير ثابت لذلك نوصل مكثف ليعطي

فرق جهد شبه مستقر

PAGE
DATE

يمكن المقارنة بين المقاومة الأومية والوصلة الثنائية باستخدام

بطارية - مصباح - عنصر X موصل في الدائرة

في الحالة الأولى :-
يضئ المصباح الكهربي

وعند عكس أقطاب البطارية

يظل المصباح يضئ وهذا يدل

على أن العنصر X هو المقاومة

الأومية حيث سمح بمرور التيار في

الاتجاه المعاكس

بعد عكس الأقطاب

في الحالة الثانية :-
يضئ المصباح الكهربي

وعند عكس أقطاب البطارية

ينطفئ المصباح وهذا يدل على أن

العنصر X هو وصلة ثنائية

وهي لا تسمح بمرور التيار في

الاتجاه العكسي

بعد عكس الأقطاب

"جدول المقارنة في الكتاب"

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

الترانزستور

هو مكون من مكونات الدوائر الإلكترونية

يوجد نوعان من الترانزستور ثنائي القطبية

1- ترانزستور (PNP) 2- ترانزستور (NPN)

وسمي بهذا الاسم لأن الترانزستور ثنائي القطبية يتكون من ثلاث بلورات بلورة من النوع P وبلورتين من النوع N أو بلورة من النوع N وبلورتين من النوع P

يتكون الترانزستور ثنائي القطبية (BJT) من ٣ أجزاء هي

1- باعث (E) Emitter

- هو المنطقة الأولى في الترانزستور
- هو عبارة عن بلورة شبه موصل متوسطة الحجم وتحتوي على نسبة كبيرة جداً من الشوائب

2- قاعدة (B) Base

- هي المنطقة الوسطى
- عبارة عن بلورة شبه موصل مساحتها صغيرة جداً وتحتوي على نسبة ضئيلة من الشوائب

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

٣ مجمع (C) Collector

- هو المنطقة الأخيرة من الترانزستور
- عبارة عن بلورة شبه موصل كبيرة الحجم أكبر من الباعث وتحتوى على نسبة من الشوائب تكون أقل من نسبة الشوائب الموجودة فى الباعث وأكبر من نسبة الشوائب فى القاعدة

يوجد نوعان من الترانزستور ثنائى القطبية

pnp_transistor	npn_transistor
باعث (E) ، قاعدة (B) ، مجمع (C)	باعث (E) ، مجموع (C) ، قاعدة (B)
P n P	n P n
مجمع C ، قاعدة B ، باعث E	مجمع C ، قاعدة B ، باعث E

المسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

* لابد أن يكون الترانزستور من ثلاث بلورات وإذا أضيف عنصر آخر يتحول إلى مكون آخر ويجب أن يفصل بين البلورتين اللتان من نفس النوع ببلورة من نوع آخر

* السهم يدل على ← بلورة n
← الباعث (E) سواء كان السهم داخل أو خارج

* البلورة التى فى الوسط تكون دائماً القاعدة (B)

توصيل مكونات الترانزستور

* الاتجاه الذى نعمل به هو الاتجاه الإلكترونى للتيار

1] npn-transistor

E B C
n p n
I_E I_C I_B

يلزم تحرك الالكترونات من الباعث (E) إلى المجمع (C) ولكى يتم ذلك يتم توصيل الباعث بمصدر سالب لكى يتنافر مع الالكترونات ويدفعها نحو المجمع (C) وأثناء مرور الالكترونات من القاعدة (B) يتم نزول جزء ويخرج منها ولكى تخرج الالكترونات من القاعدة يتم توصيل القاعدة بمصدر موجب حتى يجذب الالكترونات وهناك جزء أيضاً يستهلك فى ملء الفجوات ولكن يكون جزء ضئيل جداً.

* لكى يظل توصيل القاعدة أمامى تكون نسبة الموجب عند E أكبر من C وبالتالى يظل التوصيل أمامى

PAGE
DATE

ولكن تخرج الإلكترونات من الجمع (C) يتم توصيله بمصدر موجب

حتى يجذب الإلكترونات

ونلاحظ مما سبق :-

1] الباعث من النوع السالب « البلورة n » ووصل بمصدر سالب
إذن يكون التوصيل أمامى

2] القاعدة من النوع الموجب « البلورة P » ووصلت بمصدر موجب
إذن يكون التوصيل أمامى

3] الجمع من النوع السالب (البلورة n) ووصل بمصدر موجب

إذن يكون التوصيل عكسى

∴ لابد أن يكون توصيل

الباعث (E) ← أمامى
القاعدة (B) ← أمامى
الجمع (C) ← عكسى / خلفى

* لا ننسى أن الاتجاه الموضح إتجاه إلكترونى

والاتجاه التقليدى يكون موضح باللون الأزرق

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

E B C

P n P

+ −

I_E I_C I_B

PnP_transistor ٢/

لكي تندفع الفجوات نحو
المجمع يتم توصيل الباعث (E)
بمصدر موجب بحيث يتنافر
معه وعند مرور الفجوات من
القاعدة يستهلك جزء ليغطي الالكترونات
الموجودة وجزء يخرج من القاعدة ولكي يخرج يتم
توصيل القاعدة بجهد سالب لكي يجذبها
ولكي تخرج من المجمع يتم توصيله بجهد سالب حتى يجذبه

إذن مما سبق

١/ الباعث من النوع الموجب ووصل بجهد موجب ← توصيل أمامي

٢/ القاعدة من النوع السالب ووصلت بجهد سالب ← توصيل أمامي

٣/ المجمع من النوع الموجب ووصل بجهد سالب ← عكسي

في أي ترانزستور يكون توصيل

الباعث ← أمامي ، القاعدة ← أمامي
المجمع ← عكسي

CamScanner الممسوحة ضوئيا بـ

* القاعدة هي التي تتحكم في مرور التيار أو عدم مروره وبأقل جهد يمكن القاعدة أن تمرر كمية كبيرة من التيار

مثال :- صنبور الماء

C

B

E

عند خروج الالكترونات من الباعث فإن الأغلبية تنفذ إلى المجمع وجزء ضئيل يخرج من القاعدة ونجد أن النسبة ثابتة بحيث تكون 99% ونلاحظ أن كل إلكترون يخرج من القاعدة يقابله أمثاله في المجمع وبذلك يمكن أن يستخدم الترانزستور كمكبر

E B C

eeeeee

n p n

⊖ ⊕

100é 99é

1000é 990é

⊕ 1é

10é

إستخدامات الترانزستور

1] يستخدم كمكبر

الشرح :-

عند استخدام الترانزستور كمكبر فإنه عند وضع إشارة كهربية صغيرة كخرج ميكروفون مثلاً في تيار القاعدة فإن تأثيرها يظهر مكبراً في تيار المجمع

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

إذا استخدم الترانزستور كمكبر هل يعد ذلك انتهاك لقانون بقاء الطاقة . مع التفسير ؟

العبارة خاطئة . حيث أن تيار المجمع وتيار القاعدة ناتج عن تيار الباعث

* معامل التكبير ← النسبة بين تيار المجمع إلى تيار القاعدة عند ثبوت فرق الجهد بين الباعث والمجمع

$$B_e = \frac{I_c}{I_B}$$

B_e ← معامل التكبير
I_c ← تيار المجمع
I_B ← تيار القاعدة

* تكون النسبة أكبر من الواحد الصحيح

* نسبة التوزيع / ثابت التوزيع ← النسبة بين تيار المجمع إلى تيار الباعث عند ثبوت فرق الجهد بين القاعدة والمجمع

$$\alpha_e = \frac{I_c}{I_E}$$

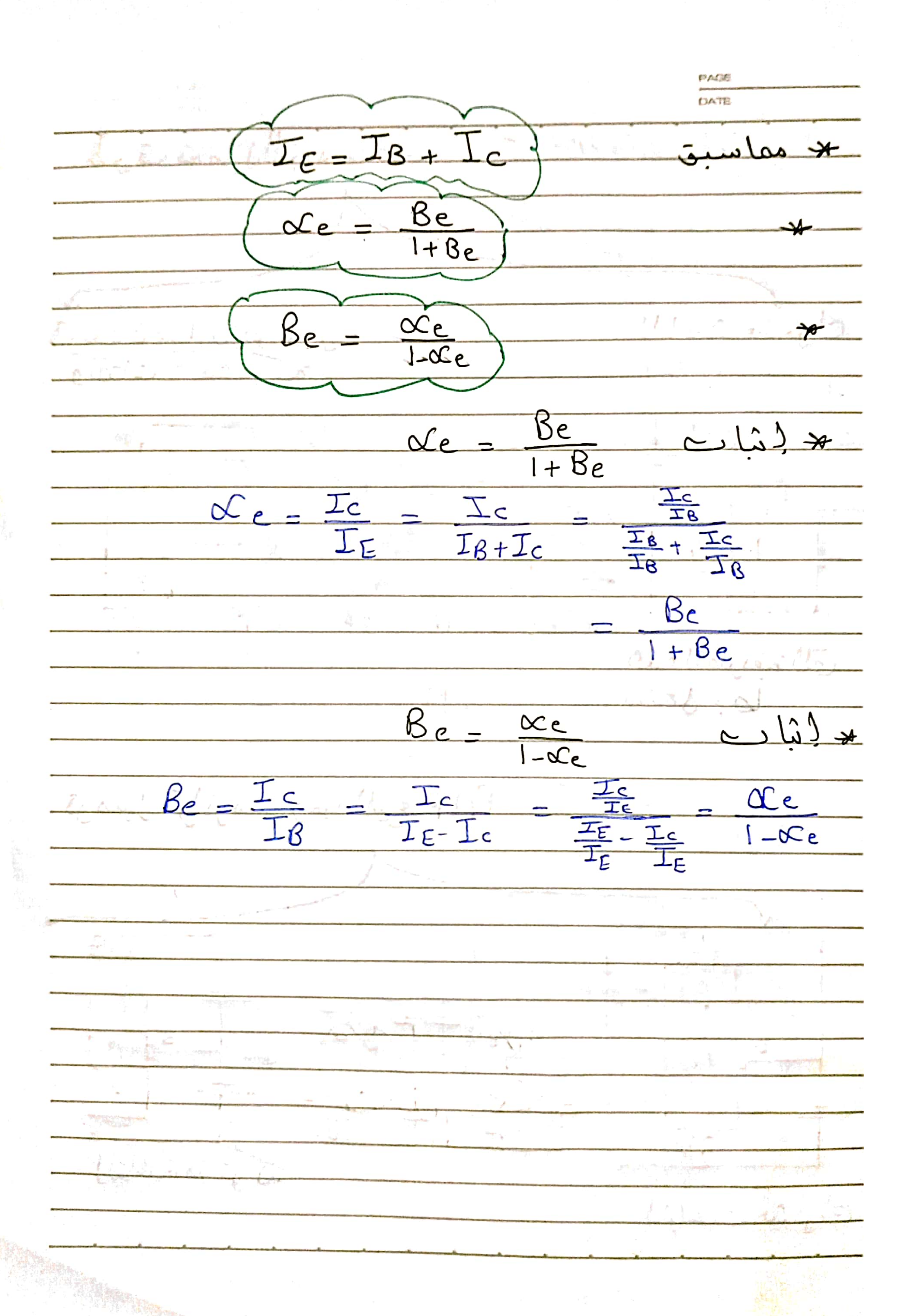
α_e ← ثابت التوزيع
I_c ← تيار المجمع
I_E ← تيار الباعث

* النسبة تكون أقل من الواحد الصحيح

حيث يكون تيار المجمع مقارب للتيار الباعث

لأن القاعدة تأخذ جزء صغير من الالكترونات وسمك القاعدة قليل جداً ولها نسبة ضئيلة من الشوائب فتأخذ جزء صغير من الالكترونات

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



PAGE

DATE

* ماسبق

$$I_E = I_B + I_C$$

*

$$\alpha_e = \frac{\beta_e}{1+\beta_e}$$

*

$$\beta_e = \frac{\alpha_e}{1-\alpha_e}$$

* إثبات

$$\alpha_e = \frac{\beta_e}{1+\beta_e}$$

$$\alpha_e = \frac{I_C}{I_E} = \frac{I_C}{I_B + I_C} = \frac{\frac{I_C}{I_B}}{\frac{I_B}{I_B} + \frac{I_C}{I_B}}$$

$$= \frac{\beta_e}{1+\beta_e}$$

* إثبات

$$\beta_e = \frac{\alpha_e}{1-\alpha_e}$$

$$\beta_e = \frac{I_C}{I_B} = \frac{I_C}{I_E - I_C} = \frac{\frac{I_C}{I_E}}{\frac{I_E}{I_E} - \frac{I_C}{I_E}} = \frac{\alpha_e}{1-\alpha_e}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

طرق توصيل الترانزستور

طريقة توصيل الترانزستور والقاعدة مشتركة

الباعث مشترك

هذه الطريقة التي سنعمل بها

توصيل ترانزستور من النوع PnP

القاعدة مشتركة

الباعث مشترك

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PAGE
DATE

طرق توصيل الترانزستور

طريقة توصيل الترانزستور والقاعدة مشتركة

الباعث مشترك

C
n
B
p
n
E

هذه الطريقة التي سنعمل بها

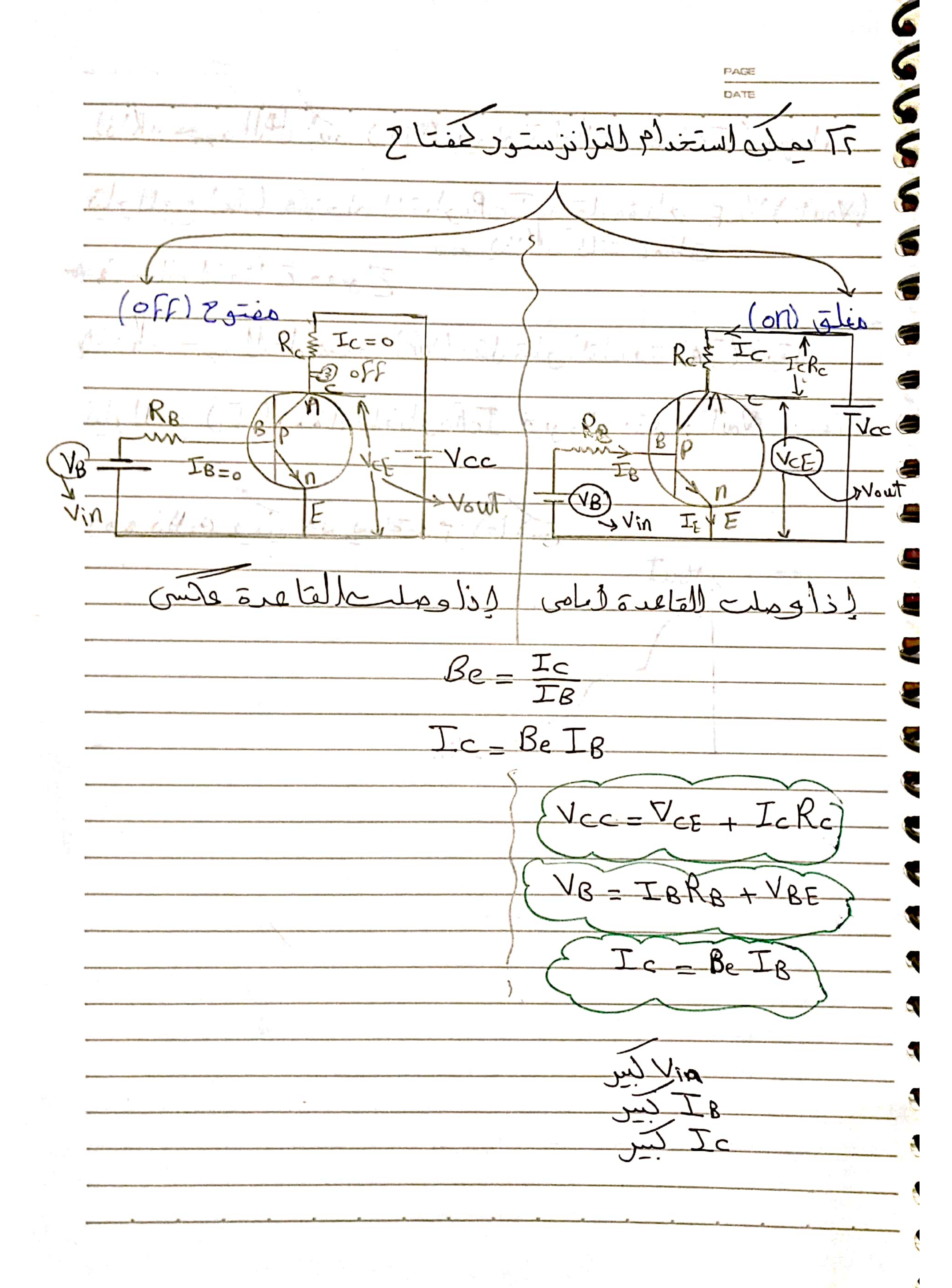
توصيل ترانزستور من النوع PnP

C
p
B
n
p
E

القاعدة مشتركة

الباعث مشترك

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

إذا كان جهد الدخل كبير (V_{in}) يزداد تيار القاعدة (I_B) فيزداد تيار المجمع (I_C) فيزداد المقدار $I_C R_C$ فيقل مقدار V_{CE} (V_{out})
← إذا كان المفتاح مغلق

* في حالة المفتاح مفتوح

إذا كان جهد الدخل صغير (V_{in}) يقل تيار القاعدة (I_B) فيقل تيار المجمع (I_C) فيقل المقدار $I_C R_C$ فيزداد مقدار V_{out}

ومن ذلك يمكن أن يستخدم كعاكس

V_{out}

V_{in}

"الالكترونيات التناظرية والرقمية نفس شرح الملخص"

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner